

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO

FACULTAD DE ECOLOGÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE CIENCIAS AMBIENTALES



**EVALUACIÓN DE MATERIAL PARTICULADO Y SU IMPACTO
EN LA SALUD DE LA POBLACIÓN DE LA CIUDAD DE
MOYOBAMBA - SAN MARTÍN 2003 - 2004.**

TESIS

Para Obtener el Título Profesional de:

INGENIERO AMBIENTAL

AUTORES:

Bach. CARENT PÉREZ FIGUEROA

Bach. LEONOR KATENA RÍOS CÓRDOVA

ASESOR:

Blgo. Pesq. ESTELA BANCES ZAPATA

MOYOBAMBA - PERÚ

2005

N° DE REGISTRO: 06060305

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN – TARAPOTO
FACULTAD DE ECOLOGÍA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE CIENCIAS AMBIENTALES



**Evaluación de material particulado y su impacto en la salud de la
población de la ciudad de Moyobamba – San
Martín 2003-2004.**

TESIS
PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO AMBIENTAL

Autores:
Bach. Carent Pérez Figueroa
Bach. Leonor Katena Ríos Córdova

Asesor:
Blgo. Pesq. Estela Bances Zapata

MOYOBAMBA - PERÚ.
2005

Nº de Registro: 06060305



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN
FACULTAD DE ECOLOGÍA
Carrera Profesional de Ingeniería Ambiental

**ACTA DE SUSTENTACIÓN PARA OBTENER EL TÍTULO
PROFESIONAL DE INGENIERO AMBIENTAL**

En la sala de conferencia de la Facultad de Ecología de la Universidad Nacional de San Martín-Tarapoto, siendo las seis p.m. del día Martes 06 de Setiembre del dos mil cinco, se reunió el Jurado de Tesis integrado por:

Blgo. M.Sc. ASTRIHT RUIZ RÍOS	PRESIDENTE
Ing. M.Sc. MIRTHA F. VALVERDE VERA	SECRETARIO
Blgo. M.Sc. JORGE TORRES DELGADO	MIEMBRO
Blgo. Pesq. ESTELA BANCES ZAPATA	ASESOR

Para evaluar la Sustentación de la Tesis Titulada "EVALUACIÓN DE MATERIAL PARTICULADO Y SU IMPACTO EN LA SALUD DE LA POBLACIÓN DE LA CIUDAD DE MOYOBAMBA - SAN MARTÍN 2003 - 2004", Presentado por las Bachilleres en Ingeniería Ambiental LEONOR KATENA RÍOS CÓRDOVA y CARENT PÉREZ FIGUEROA; según Resolución N° 0124-2003-UNSM-CTGFE-MOY de fecha 02-04-2003.

Los señores miembros del Jurado, después de haber escuchado la sustentación, las respuestas a las preguntas formuladas y terminada la réplica; luego de debatir entre sí, reservada y libremente lo declaran **APROBADO** por **UNANIMIDAD** con el calificativo de **BUENO** y nota **TRECE (13)**.

En fe de la cual se firma la presente acta, siendo las 20:35 horas del mismo día, con lo cual se dio por terminado el presente acto de sustentación.

Blgo. M.Sc. Astriht Ruiz Ríos
Presidente

Ing. M.Sc. Mirtha F. Valverde vera
Secretario

Blgo. M.Sc. Jorge Torres Delgado
Miembro

Blgo. Pesq. Estela Bances Zapata
Asesor

DEDICATORIA

En primer lugar doy gracias a Dios, por guiar mi camino y permitirme cumplir con una de mis metas trazadas en mi vida. Dedico este trabajo con mucho amor a mis queridos padres Herman Alberto Pérez Rodas y María Rosa Figueroa Monzón, quienes con amor, sacrificio y esmero hicieron posible mi formación profesional, y a mis hermanos James B. y Carlos A. Pérez Figueroa por su apoyo constante en la realización del presente trabajo de investigación.

Bach. Carent Pérez Figueroa.

Doy gracias a Dios por permitirme culminar este proyecto de investigación, a mis amados y queridos Padres Jorge Augusto Ríos Pérez y Reydelinda Córdova Orozco, que son mis modelos a emular, a mis hermanos por el apoyo continuo y a todos los individuos que implican el desarrollo de mi vida personal y profesional.

Bach. Leonor Katena Ríos Córdova.

Los autores

AGRADECIMIENTO.

A la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, por su contribución en nuestra formación profesional.

Al Blgo. Pesq. Estela Bances Zapata, patrocinador (asesor), que con sus aportes y consejos **nos** permitieron culminar con éxito nuestro trabajo de investigación.

Al Ing. Amb. Alfonso Rojas Bardález y Blgo. Pesq. Bianny Rodríguez Rodríguez, **copatrocinadores** (Coasesores), quienes con sus consejos y sugerencias han facilitado la **conclusión** exitosa del presente proyecto de investigación.

A todos los docentes de la Facultad de Ecología, por transmitirnos sus conocimientos y **hacer** fecunda nuestra formación profesional.

A los Ingenieros Ambientales: James B. Pérez Figueroa, Lester Cañares Chuquizuta, **Herbert** López Culqui y Roman A. Lavado Enriquez por su apoyo en el trabajo de campo.

A todas aquellas personas que de alguna manera nos brindaron su apoyo incondicional en **la** finalización de este trabajo de investigación.

INDICE.

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
ÍNDICE DE CUADROS	vi
ÍNDICE DE MATRICES	viii
ÍNDICE DE GRÁFICOS	ix
ABSTRACT	x
RESUMEN	xi
I INTRODUCCIÓN	1
II REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	3
2.1 Material particulado, fuentes, efectos en la salud humana	3
2.2 Transporte y dispersión de contaminantes del aire	5
2.3 Localización y características de la ciudad de Moyobamba	6
2.3.1 Ubicación	6
2.3.2 Clima	6
2.3.3 Población	7
2.3.4 Estructura urbana	7
2.3.5 Caracterización urbana	7
2.3.5.1 Casco central o zona central antigua	7
2.3.5.2 Zona intermedia	8
2.3.5.3 Zonas periféricas	8
2.3.6 Sectorización urbana	8
2.3.6.1 Sector Calvario	9
2.3.6.2 Sector Belén	9
2.3.6.3 Sector Zaragoza	9
2.3.6.4 Sector Lluylucucha	10
2.3.7 Salud	10
2.3.8 Fuentes de generación de material particulado	12
2.3.8.1 Fuentes de punto	12
2.3.8.2 Fuentes de área	13
2.3.8.3 Fuentes móviles	14
III MATERIALES Y MÉTODOS	16
3.1 Materiales y equipos	16
3.1.1 Materiales	16
3.1.2 Equipos	16
3.2 Métodos	17
3.2.1 Determinación del grado de contaminación atmosférica por material particulado en la ciudad de Moyobamba	17
3.2.1.1 Selección de estaciones de monitoreo de material particulado	17
3.2.1.2 Recolección y análisis del material particulado	19
3.2.2 Impactos del material particulado en la salud de la población moyobambina	26
3.2.2.1 Identificación y evaluación de impactos que produce las fuentes de generación de material particulado	26
3.2.2.2 Realización de encuestas	29
3.2.2.3 Recolección de datos de enfermedades	31
3.2.2.4 Test de autoevaluación de la ansiedad a conductores de motocar	31

3.2.3 Planteamiento de alternativas de solución para los impactos que produce el material particulado en la salud de la población de la ciudad de Moyobamba.	33
3.2.4 Propuesta de rutas alternativas de circulación vehicular en la ciudad de Moyobamba.	33
IV. RESULTADOS.	34
4.1 Determinación del grado de contaminación atmosférica por material particulado en la ciudad de Moyobamba.	34
4.1.1 Resultados de análisis del material particulado sedimentable.	35
4.1.2 Resultados de análisis del material particulado suspendido.	50
4.1.2.1 Determinación del caudal del material particulado suspendido.	51
4.2 Identificación y evaluación de los principales impactos del material particulado en la salud de la población de la ciudad de Moyobamba.	52
4.2.1 Identificación y evaluación de impactos que produce las fuentes de generación de material particulado.	52
4.2.1.1 Identificación de fuentes de generación de material particulado.	53
4.2.1.2 Identificación de factores ambientales que son afectados por las fuentes de generación de material particulado.	53
4.2.2 Realización de encuestas a la población de la ciudad de Moyobamba.	67
4.2.3 Recolección de datos de enfermedades.	72
4.2.4 Test de autoevaluación de la ansiedad a conductores de motocar.	74
4.3 Planteamiento de alternativas de solución para los impactos que produce el material particulado en la salud de la población de la ciudad de Moyobamba.	76
4.4 Propuesta de rutas alternativas de circulación vehicular en la ciudad de Moyobamba.	80
4.4.1 Objetivo.	80
4.4.2 Justificación.	80
4.4.3 Entidades involucradas.	80
4.4.4 Beneficiarios.	81
4.4.5 Características de las vías de circulación vehicular de la ciudad de Moyobamba.	81
4.4.6 Rutas alternativas de circulación vehicular.	83
4.4.7 Ventajas.	84
4.4.8 Desventajas.	84
V. DISCUSIONES.	85
VI. CONCLUSIONES.	88
VII. RECOMENDACIONES.	89
VIII. BIBLIOGRAFÍA.	90
ANEXOS.	

ÍNDICE DE CUADROS.

Cuadro N° 01: Resumen de datos meteorológicos mensuales de la ciudad de Moyobamba 2003 - 2004.	7
Cuadro N° 02: 10 primeras causas de morbilidad general en la ciudad de Moyobamba - 2003.	11
Cuadro N° 03: Fuentes de punto de generación de material particulado en la ciudad de Moyobamba - 2005.	12
Cuadro N° 04: Sistema vial de la ciudad de Moyobamba - 2004.	14
Cuadro N° 05: Fuentes movibles de generación de material particulado en la ciudad de Moyobamba - 2004.	15
Cuadro N° 06: Estaciones de monitoreo de material particulado preseleccionadas en la ciudad de Moyobamba - 2003.	18
Cuadro N° 07: Fórmulas del ANVA de material particulado sedimentable promedio ($Tn/Km^2/30$ días) por estaciones de monitoreo.	21
Cuadro N° 08: Fórmulas del ANVA de material particulado sedimentable promedio ($Tn/Km^2/30$ días) por meses de monitoreo.	22
Cuadro N° 09: Ponderación escalar de impactos ambientales.	27
Cuadro N° 10: Estaciones de monitoreo de material particulado en la ciudad de Moyobamba - 2003.	34
Cuadro N° 11: Peso del material particulado sedimentable ($Tn/Km^2/30$ días) por estación de monitoreo en la ciudad de Moyobamba 2003 - 2004.	36
Cuadro N° 12: Tamaño, caracterización y pH promedio del material particulado sedimentable en la ciudad de Moyobamba 2003 - 2004.	38
Cuadro N° 13: ANVA del material particulado sedimentable promedio ($Tn/Km^2/30$ días) por estación de monitoreo.	40
Cuadro N° 14: Diferencia significativa del material particulado sedimentable ($Tn/Km^2/30$ días) por estación de monitoreo en la ciudad de Moyobamba 2003 - 2004.	41
Cuadro N° 15: ANVA del material particulado sedimentable ($Tn/Km^2/30$ días) por meses de monitoreo.	42
Cuadro N° 16: Diferencia significativa del material particulado sedimentable ($Tn/Km^2/30$ días) por meses de monitoreo en la ciudad de Moyobamba 2003 - 2004.	42
Cuadro N° 17: Ordenamiento y diferencia de rangos del material particulado sedimentable y temperatura.	43
Cuadro N° 18: Ordenamiento y diferencia de rangos del material particulado sedimentable y precipitación.	44
Cuadro N° 19: Ordenamiento y diferencia de rangos del material particulado sedimentable y humedad relativa.	45
Cuadro N° 20: Ordenamiento y diferencia de rangos del material particulado sedimentable y velocidad del viento.	47
Cuadro N° 21: Análisis del material particulado suspendido en la ciudad de Moyobamba 2003 - 2004.	50
Cuadro N° 22: Fuentes de generación de material particulado en la ciudad de Moyobamba - 2005.	53
Cuadro N° 23: Factores ambientales afectados por las fuentes de generación de material particulado en la ciudad de Moyobamba - 2005.	54
Cuadro N° 24: Prioridad por factores ambientales.	65
Cuadro N° 25: Prioridad de fuentes de generación de material particulado.	65

Cuadro N° 26: Resultado de la encuesta de opinión pública en la ciudad de Moyobamba - 2004.	67
Cuadro N° 27: Número de atenciones por enfermedades respiratorias en la ciudad de Moyobamba – 2004.	72
Cuadro N° 28: Ordenamiento y diferencia de rangos de enfermedades respiratorias y material particulado sedimentable.	73
Cuadro N° 29: Autoevaluación de la ansiedad a conductores de motocar de la ciudad de Moyobamba - 2005.	75
Cuadro N° 30: Plan de Manejo Ambiental.	77
Cuadro N° 31: Vías de circulación vehicular de la ciudad de Moyobamba – 2005.	82

ÍNDICE DE MATRICES.

Matriz N° 01: Identificación de impactos ambientales	55
Matriz N° 02: Valoración cualitativa del impacto	56
Matriz N° 03: Valoración cuantitativa del impacto	57
Matriz N° 04: Vulnerabilidad de los factores ambientales	58
Matriz N° 05: Índice de calidad ambiental	59
Matriz N° 06: Niveles escalares óptimos de calidad ambiental	60
Matriz N° 07: Niveles escalares óptimos de calidad ambiental valorado.....	61
Matriz N° 08: Nivel de calidad ambiental	62
Matriz N° 09: Valoración escalar cuantitativa de calidad ambiental.....	63
Matriz N° 10: Valoración escalar de calidad ambiental.....	64
Matriz N° 11: Valoración promedio porcentual	66

ÍNDICE DE GRÁFICOS.

Gráfico N° 01: Distribución del material particulado sedimentable por estación de monitoreo en la ciudad de Moyobamba 2003 - 2004.	36
Gráfico N° 02: Distribución del material particulado sedimentable por mes en cada estación de monitoreo en la ciudad de Moyobamba 2003 - 2004.	37
Gráfico N° 03: Distribución del material particulado sedimentable por mes de monitoreo en la ciudad de Moyobamba 2003 - 2004.	37
Gráfico N° 04: Tamaño del material particulado sedimentable en la ciudad de Moyobamba 2003 - 2004.	39
Gráfico N° 05: Caracterización del material particulado sedimentable en la ciudad de Moyobamba 2003 - 2004.	39
Gráfico N° 06: pH del material particulado sedimentable en la ciudad de Moyobamba 2003 - 2004.	40
Gráfico N° 07: Temperatura media mensual (°C) Vs. material particulado sedimentable (Tn/km ² /30 días) en la ciudad de Moyobamba 2003 - 2004.	48
Gráfico N° 08: Precipitación media mensual (mm.) Vs. material particulado sedimentable (Tn/km ² /30 días) en la ciudad de Moyobamba 2003 - 2004.	48
Gráfico N° 09: Humedad relativa media mensual (%H°) Vs. material particulado sedimentable (Tn/km ² /30 días) en la ciudad de Moyobamba 2003 - 2004.	49
Gráfico N° 10: Velocidad del viento media mensual (m/s) Vs. material particulado sedimentable (Tn/km ² /30 días) en la ciudad de Moyobamba 2003 - 2004.	49
Gráfico N° 11: Distribución porcentual promedio del tamaño del material particulado suspendido en la ciudad de Moyobamba 2003 - 2004.	50
Gráfico N° 12: Distribución porcentual promedio de la caracterización del material particulado suspendido en la ciudad de Moyobamba 2003 - 2004.	51
Gráfico N° 13: Sabe Ud. ¿Qué es aire contaminado?	68
Gráfico N° 14: ¿Qué actividades conoce Ud. que causa contaminación al aire?	69
Gráfico N° 15: ¿Le causa molestia el polvo removido por la circulación vehicular?	69
Gráfico N° 16: ¿Ud. Cree que su salud depende de la calidad del aire?	69
Gráfico N° 17: ¿Cuál es la enfermedad que padece Ud. con mayor frecuencia?	70
Gráfico N° 18: ¿Ud. Piensa que las enfermedades respiratorias es producto del polvo? ...	70
Gráfico N° 19: ¿Quién cree Ud.? ¿Qué es más afectado por el polvo?	70
Gráfico N° 20: ¿Qué acciones inmediatas realizarían las autoridades encargadas para velar por un aire limpio?	71
Gráfico N° 21: ¿Cree Ud. que los alimentos vendidos en puestos ambulantes son contaminados con el polvo?	71
Gráfico N° 22: ¿Que acción inmediata Ud. recomendaría a los vendedores ambulantes para proteger del polvo a los alimentos que venden?	71
Gráfico N° 23: ¿Cree Ud. que es necesario que se realice inspección sanitaria a los alimentos vendidos en los puestos ambulantes?	72
Gráfico N° 24: Autoevaluación de la ansiedad a conductores de motocar en la ciudad de Moyobamba - 2005.	76

ABSTRACT.

The main goal of this research was to evaluate the particulate matter and its impact on population of Moyobamba city. This study was focused to prove if the monitoring particulate matter exceeds the permissible maximum limits impacting on the health of people.

The monitoring was realized both the sediment particulate matter and suspended one. The sedimentable particulate matter samples were obtained placing petri dishes contained filter paper (3 meters high from the soil level). Filter Paper was weighted adequately during 30 days in a seventh months period and in eight selected monitoring stations. The suspended particulate matter samples were obtained using a particle flow measuring device, this equipment absorbed the air in a 24 hours period in the monitoring stations localized on the corner of 25 de Mayo Street and Callao Street (D) another one on 20 de Abril Street (block 3), (H). The impacts on the human health were determined using the Leopold matrix. Likewise, because of the motokars drivers are the most exposed persons, we use a autoevaluation test to measure the anxiety level of them. The direct opinion, from the most exposed persons to the contamination by particulate matter was obtained through a survey.

The amount of sedimentable solid particulate matter obtained was $7.059 \text{ Tn/Km}^2/30 \text{ days}$, it exceeded the permissible maximum limit established by Health World Organization which is $5 \text{ Tn/Km}^2/30 \text{ days}$. The average flow of suspended particulate matter obtained was $0.23 \text{ mg/m}^3/24 \text{ hours}$, this no exceeded the maximum limit established by Health Panamerican Organisation. It was determined that the impact on health of the population is low and irregular, the motokar drivers manifested a moderate anxiety level and through a survey, it was identified that respiratory illnesses were more frequently because of dust breathing.

According to the obtained results, there is pollution caused by particulate matter in the Moyobamba city, it does cause a negative impact in human health. Because of this, the proposal measures on the environmental management plan such as the paving of the streets and the alternative roads, will reduce impacts on human health.

RESUMEN.

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo general evaluar el material particulado y su impacto en la salud de la población de la ciudad de Moyobamba, orientado a demostrar si el material particulado monitoreado sobrepasa el límite máximo permisible, impactando en la salud de la población.

El monitoreo se realizó tanto de material particulado sedimentable como suspendido. Las muestras del material particulado sedimentable se obtuvieron colocando (a una altura promedio de 3 m. del nivel del suelo) placas petri conteniendo papel filtro debidamente pesado en un lapso de 30 días por 7 meses en las 8 estaciones de monitoreo seleccionadas y las muestras de material particulado en suspensión, se obtuvieron utilizando un equipo Medidor de Caudal de partículas, que absorbió el aire en un tiempo de 24 horas de muestreo en las estaciones ubicadas entre el Jr. 25 de Mayo con Jr. Callao (D) y Prolongación 20 de Abril cuadra N° 03 (H). Los impactos en la salud se determinaron haciendo uso de las matrices de identificación y evaluación de impactos de Leopold, así mismo, mediante el test de autoevaluación se midió el nivel de ansiedad de los conductores de motocar, por ser las personas más expuestas y mediante las encuestas se obtuvo la opinión directa de las personas más expuestas a la contaminación por material particulado.

La cantidad promedio obtenido de material particulado sólido sedimentable de 7.059 Tn/Km²/30 días sobrepasó el Límite Máximo Permisible de 5 Tn/Km²/30 días establecido por la Organización Mundial de la Salud y el caudal promedio obtenido de material particulado en suspensión de 0.23 mg/m³/24 horas, no sobrepasó el Límite Máximo Permisible de 0.260 mg/m³/24 horas, establecido por la Organización Panamericana de la Salud. Se determinó que el impacto en la salud de la población es irregular bajo; los conductores de motocar presentaron un nivel de ansiedad moderada y se identificó mediante la encuesta, que son las enfermedades respiratorias las que con más frecuencia se presentan, producto de la respiración del polvo.

De acuerdo a los resultados obtenidos, existe contaminación por material particulado en la ciudad de Moyobamba, causando impacto negativo en la salud humana, por lo que las medidas propuestas en el plan de manejo ambiental como es la pavimentación de vías y la propuesta de rutas alternativas, reducirán los impactos en la salud humana.

I INTRODUCCIÓN.

La contaminación del aire ha sido un problema de salud pública desde el descubrimiento del fuego. En la antigüedad, las personas encendían fogatas en sus cuevas y cabañas y frecuentemente contaminaban el aire con humo nocivo. El principal problema de contaminación del aire a fines del siglo XIX e inicios del siglo XX fue el humo y ceniza producido por la quema de combustibles fósiles en las plantas estacionarias de energía, la situación empeoró con el creciente uso del automóvil. Con el tiempo, se presentaron episodios importantes de salud pública a causa de la contaminación del aire en ciudades como Londres, Inglaterra y Los Ángeles, en los Estados Unidos (CEPIS, 1999).

El desarrollo urbano implica el aumento de una serie de actividades que emiten **contaminantes** (gases y partículas) a la atmósfera; de entre ellos, los más visibles son los que afectan a la salud de las personas, así tenemos las partículas que pueden **permanecer** en suspensión durante periodos largos o sean transportadas estas por el viento, siendo susceptibles de ser inhalados por las personas y las partículas que están sujetas a la acción de la gravedad que los hace caer y depositarse sobre los bienes en uso, empobreciendo el paisaje y provocando el deterioro psicológico en las personas (Luppo y Pereyra, 2001).

El material particulado respirable está constituido de una mezcla de partículas directamente emitidas a la atmósfera y de otras formadas en el aire por la transformación química de gases precursores (partículas secundarias), encontrándose los compuestos más agresivos para la salud en una mayor proporción en la fracción fina del material particulado (Korc, 1999).

Las partículas permanecen en la atmósfera según el tamaño y de acuerdo a la **influencia** de ciertos factores meteorológicos, como es la precipitación que tiende a **lavar** las partículas que se encuentran en el ambiente haciéndolas sedimentar de manera más rápida y la velocidad del viento que diluye y dispersa a las partículas (CEPIS, 1999).

Los contaminantes del aire fácilmente solubles, como dióxido de azufre gaseoso, se pueden absorber en las paredes húmedas del sistema respiratorio, pero las partículas finas y las gotas pequeñas – dentro del rango de 0.1 a 5 μm . de diámetro junto con algunos gases adsorbidos sobre éstas se pueden acarrear hacia el interior y depositar sobre la superficie del pulmón (Strauss, 1997).

La Organización Mundial de la Salud (OMS) estima que aproximadamente 200.000 personas mueren cada año en las ciudades de Latinoamérica debido a la exposición a altos niveles de concentración de material particulado (Rojas, 2000).

A la luz de estas condiciones, se deduce realizar el presente proyecto de investigación, que tiene como objetivo general, evaluar el material particulado y su impacto en la salud de la población de la ciudad de Moyobamba, mediante las siguientes actividades propuestas como objetivos específicos como son: Determinación del grado de contaminación atmosférica por material particulado, identificación y evaluación de los principales impactos del material particulado en la salud de la población, planteamiento de alternativas de solución para los impactos que produce el material particulado en la salud de la población y elaboración de la propuesta de rutas alternativas para el parque automotor en la ciudad de Moyobamba.

El presente proyecto esta orientado a demostrar si el material particulado monitoreado sobrepasa el límite máximo permisible, el cual influye en la salud de la población.

La evaluación de estos contaminantes atmosféricos (material particulado) proporcionará valores con mayor periodicidad y representatividad del área de estudio, permitiendo así una visión más acertada del problema (INEI, 1993).

Los datos obtenidos permitirán tomar medidas sobre bases firmes orientadas a disminuir la contaminación del aire, aplicadas principalmente a las fuentes que lo producen (Luppo y Pereyra, 2001).

II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

2.1 MATERIAL PARTICULADO, FUENTES, EFECTOS EN LA SALUD HUMANA.

- Según Seoáñez, 1999; define las partículas como materia dispersada en la atmósfera y condensada en forma sólida o líquida cuyos tamaños oscilan entre 0.05 y 500 μm . Están compuestas por una mezcla compleja de productos de naturaleza diversa, dependiendo de su origen. Usualmente se clasifican atendiendo el proceso de formación en primarias, que son el resultado directo de procesos físicos o químicos peculiares de la fuente emisora, y secundarias, que son aquellas que se producen a partir de reacciones químicas en la atmósfera. El tamaño de una partícula es susceptible de expresarse en función de su diámetro físico geométrico o bien en términos de un diámetro equivalente referido a una propiedad óptica, eléctrica o aerodinámica. La clasificación por tamaños tiene especial interés para conocer la capacidad de dispersión o transporte; dividiéndose en dos tipos de partículas: partículas sedimentables, que son aquellas que tienen un diámetro comprendida entre 5 y 100 μm . que alcanzan el suelo e incluso más o menos lejos de su fuente de emisión según el tamaño y partículas en suspensión, que presentan un diámetro inferior a 5 μm .
- Según el Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente - CEPIS, 1999; clasifica las fuentes de emisiones de material particulado de la siguiente manera:
 - **Fuentes de punto:** Son puntos de emisión definidos por su localización. Ejemplos: fábricas de metales y combustión eléctrica é industrial.
 - **Fuentes de área:** Muchas y muy dispersas para tratarlas individualmente. Ejemplos: quemas, construcciones, carreteras con /sin pavimento.
 - **Fuentes móviles:** Fuentes de emisiones no-estacionarias.

- Según Miller, 1994; el material particulado permanece en la atmósfera a diferentes intervalos de tiempo, dependiendo de ello principalmente el tamaño relativo de las partículas y la cantidad de precipitación en diversas zonas. El sistema respiratorio humano tiene varios mecanismos que ayudan a protegerlo, contra la contaminación del aire, los vellos de la nariz detienen por filtrado las partículas grandes, el revestimiento del mucoso tracto respiratorio superior, captura las partículas pequeñas y disuelve algunos contaminantes gaseosos. Los mecanismos automáticos de estornudar y toser expelen aire contaminado y mucosidad, cuando tal sistema respiratorio es irritado por los contaminantes. Clasifica al material particulado en:

- **Partículas Grandes.** Con diámetro entre 10 y 100 μm . normalmente permanecen en la tropósfera solo un día o dos, antes de caer a la superficie por gravedad o precipitación. Las partículas de más de 10 μm . de diámetro, inhaladas por la nariz, se depositan en la sección extratorácica de las vías respiratorias; en el tracto respiratorio las partículas de más de 50 μm . de diámetro son filtradas del aire inhalado.
- **Partículas de tamaño medio.** Con diámetro entre 1 y 10 μm ., son las mas ligeras y tienden a permanecer más suspendidas en el aire durante varios días.
- **Partículas finas.** Con diámetros entre 0.001 y 1 μm ., pueden permanecer suspendidas en la tropósfera durante una o dos semanas y en la estratósfera de uno a cinco años, tiempo suficiente para ser transportados sobre todo el mundo. Estas partículas finas son las más peligrosas para la salud humana, debido a que son suficientemente pequeñas para penetrar las defensas naturales de los pulmones; pueden traer con ellas gotículas u otras partículas de contaminantes tóxicos o cancerígenos que llegan a adherirse a su superficie, en tanto que las fracciones de 2,5 μm . a 10 μm . se depositan cerca de las vías aéreas finas, el material particulado menores de 2,5 μm . preocupan más, porque pueden evadir el sistema de defensa del aparato respiratorio humano y llegar al tejido pulmonar, donde pueden permanecer alojadas durante

años, en el caso de las partículas solubles, pueden ser absorbidas en el torrente sanguíneo; la deposición del material particulado se incrementa cuando se respira por la boca.

- **Según el Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente - CEPIS, 1999;** la exposición a contaminantes del aire puede causar efectos agudos (corto plazo) y crónicos (largo plazo) en la salud; usualmente, los efectos agudos son inmediatos y reversibles cuando cesa la exposición al contaminante. Los efectos agudos más comunes son la irritación de los ojos, dolor de cabeza y náuseas; a veces los efectos crónicos, tardan en manifestarse, duran indefinidamente y tienden a ser irreversibles. Los efectos crónicos en la salud incluyen la disminución de la capacidad pulmonar y cáncer a los pulmones, debido a un prolongado periodo de exposición a contaminantes tóxicos del aire, tales como el asbesto y el berilio.

2.2 TRANSPORTE Y DISPERSIÓN DE CONTAMINANTES DEL AIRE.

- **Según el Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente - CEPIS, 1999;** el transporte y dispersión de contaminantes del aire ambiental están influenciados por complejos factores. Las variaciones globales y regionales del clima y las condiciones topográficas locales, afectan el transporte y dispersión de los contaminantes. La dispersión de contaminantes de una fuente depende de la cantidad de turbulencia en la atmósfera cercana. La turbulencia puede ser creada por el movimiento horizontal y vertical de la atmósfera; el movimiento horizontal es lo que comúnmente se llama viento. La velocidad del viento puede afectar en gran medida la concentración de contaminantes en un área; mientras mayor sea la velocidad del viento, menor será la concentración de contaminantes. El viento diluye y dispersa rápidamente los contaminantes en el área circundante. Otros factores meteorológicos básicos que afectan la concentración de contaminantes en el aire ambiental son: radiación solar, precipitación y humedad; la radiación solar contribuye a la formación de ozono y contaminantes secundarios en el aire, la humedad y la precipitación

también pueden favorecer la aparición de contaminantes secundarios peligrosos, tales como las sustancias responsables de la lluvia ácida. La precipitación puede tener un efecto beneficioso porque lava las partículas contaminantes del aire y ayuda a minimizar las partículas provenientes de actividades como la construcción y algunos procesos industriales.

2.3 LOCALIZACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LA CIUDAD DE MOYOBAMBA.

2.3.1 UBICACIÓN.

La ciudad de Moyobamba se encuentra ubicada en el distrito de Moyobamba, provincia de Moyobamba del departamento de San Martín, en la margen derecha del río Mayo a 860 m.s.n.m. y aproximadamente a 100 m. sobre el nivel del río Mayo. Geográficamente se ubica en las coordenadas UTM. E 281600 y N 9332900, con una extensión de 574.63 Has. Limita por el Norte con pampas que van a dar al río Mayo, por el sur con los baños termales, por el Este con la quebrada de Rumiayacu y por el Oeste con la quebrada de Indañe (Municipalidad Provincial de Moyobamba, 2004).

2.3.2 CLIMA.

Moyobamba es una de las ciudades que posee características primaverales todo el año, observándose un clima templado, subtropical húmedo con una precipitación anual superiores de 1000 mm. sin sobrepasar los 5000 mm. con humedad relativa alta todo el año entre 70% y 90% y una temperatura promedio de 22°C variando entre 18°C y 26°C, como se observa en el cuadro N° 01 (Municipalidad Provincial de Moyobamba, 2004).

Cuadro N° 01: Resumen de datos meteorológicos mensuales de la ciudad de Moyobamba 2003 - 2004.

PARÁMETROS	MESES 2003 - 2004						
	Oct.	Nov.	Dic.	Enc.	Feb.	Mar.	Abr.
Temperatura media mensual (°C)	23.7	22.9	23.6	23.7	23.2	22.5	23.1
Precipitación media mensual (mm.)	117.9	71.4	227.9	54.2	96.2	125.1	84.2
Velocidad promedio del viento (m/s)	2.1	1.8	1.9	2.7	2.23	1.41	1.69
Humedad relativa (%H°)	70	81	85	75	77	84	83

FUENTE: SENAMHI, 2004.

2.3.3 POBLACIÓN.

Siendo el centro urbano más importante y capital de la provincia de Moyobamba, más de la mitad de la población provincial se concentra en ella (21338) habitantes, (población proyectado al 2004 del último censo de 1993), con una densidad poblacional de 100 hab./Ha.

2.3.4 ESTRUCTURA URBANA.

En la ciudad de Moyobamba existen 07 zonas (ver anexo, plano N° 03) de acuerdo a las actividades o características de ocupación del territorio tales como: Zona Comercio Central (ZCC), Zona Eje Comercial (ZEC), Zona Educativa (ZE), Zona Residencial Consolidada (ZRC), Zona Residencial en Proceso de Consolidación (ZRPC), Zona Urbanización Incipiente (ZUI) y Zona de Protección Natural (ZPN) (Municipalidad Provincial de Moyobamba, 2004).

2.3.5 CARACTERIZACIÓN URBANA.

En la ciudad de Moyobamba, se identifican tres tipos de sectores definidos, cada uno con sus características urbanas bien marcadas (Municipalidad Provincial de Moyobamba, 2004).

2.3.5.1 CASCO CENTRAL O ZONA CENTRAL ANTIGUA.

Se encuentran concentrados los centros de mayor interés urbano, con características comercial - institucional e infraestructura de servicio, además del residencial como su uso consolidado, donde predominan los materiales la albañilería de ladrillo confinado, en

una altura promedio de 02 pisos. Los servicios de agua, desagüe y energía eléctrica cubren el 100% del área ocupada.

2.3.5.2 ZONA INTERMEDIA.

Conformado por las zonas residenciales de los cuatro barrios: Zaragoza, Lluyllucucha, Belén y Calvario con similares características y tipología de vivienda; predomina el residencial consolidado, ubicándose en él, la mayor cantidad de equipamientos cuenta con un 80% de servicios de agua, 60% de desagüe y 90% de luz eléctrica. Concentra los puntos de atracción turística (puntas o miradores) y presenta evidente falta de equipamiento recreativo (campos deportivos). Cada barrio cuenta con equipamiento comunitario disperso. Predominan el ladrillo confinado y la quinchá. La tendencia es de vivienda propia, en muchos casos sin registrar; la ocupación predominante es de empleados públicos, profesionales y agricultores, correspondientes a un estrato económico medio.

2.3.5.3 ZONAS PERIFÉRICAS.

Predominan los asentamientos semi – rústicos de uso residencial, en proceso de consolidación, sin equipamiento y con servicios básicos elementales, no ubicándose en estas zonas centros de interés urbano. Construidos con ladrillo confinado y quinchá, la tenencia de la vivienda preponderante, es bajo posesión, con ocupación predominante de obreros y trabajadores del agro de un nivel económico bajo. Se ubican también asentamientos humanos donde todavía existe un uso pre-urbano.

2.3.6 SECTORIZACIÓN URBANA.

La ciudad de Moyobamba, estructura su sectorización urbana de acuerdo a sus áreas homogéneas, a la tradición de su evolución urbana, así como a la forma como se encuentran organizados sus actores urbanos y principales organizaciones de base; desde esta perspectiva la

urbe se sectoriza en sus 04 barrios (Municipalidad Provincial de Moyobamba, 2004).

2.3.6.1 SECTOR CALVARIO.

Es el sector de mayor superficie con 196.40 has., equivalente al 34.18% del área total de la urbe, donde encontramos el acceso a la ciudad de Moyobamba mediante el corredor ó eje comercial de la Avenida Grau. Incluye también el área destinada a la plaza principal de la ciudad y su centro cívico administrativo circundante.

Su posicionamiento en la ciudad es preferencial por encontrarse casi bordeado por la carretera Fernando Belaúnde Terry, la cual ya fue rebasada y superada su tendencia de expansión con dirección a la zona de los baños termales de San Mateo.

2.3.6.2 SECTOR BELÉN.

Es el segundo sector en superficie con 164.96 has. que equivalen al 28.71% de la ciudad, presentando zonas de urbanización incipiente o zonas de riesgo para la urbanización por ser barrancos. Si bien su posición en la ciudad no es preferencial, es importante anotar que en el sector se localiza el mercado central de la ciudad y el área de comercio central que el mismo determina en su entorno. Al sur la carretera Fernando Belaúnde Terry también ya fue rebasada y superada.

2.3.6.3 SECTOR ZARAGOZA.

Presenta una superficie de 127.52 has. Equivalentes al 22.19% de la ciudad de Moyobamba, con mejores condiciones para el tratamiento y aprovechamiento paisajístico por sus características medioambientales y de posibilidades visuales frente al río Mayo, desde sus puntas y barrancos.

Es importante anotar que en el sector se encuentra el área educativa de mayor concentración en la ciudad de Moyobamba (Instituto Superior Pedagógico Generalísimo José de San Martín,

Colegio Nacional Jesús A. Miranda Calle, Colegio Nacional Serafin Filomeno, entre otros) lo que le brinda condiciones de desplazamiento interno de niños y jóvenes.

2.3.6.4 SECTOR LLUYLLUCUCHA.

Con la menor superficie de la ciudad 85.75 has. que equivalen al 14.92%, pero con potencialidades de expansión por sus características de localización de accesos e interconexión vial diversificada, en especial por ser las rutas a Yantaló y alternativas para una posible accesibilidad a la ciudad, es de anotar que en este sector se emplazan las futuras instalaciones de la sede del Gobierno Regional lo que dinamizará aun más el proceso de urbanización del sector.

2.3.7 SALUD.

El sector salud, en la ciudad de Moyobamba, está conformado por tres centros hospitalarios Hospital del Ministerio de Salud, apoyado por las instalaciones de ESSALUD y de la sanidad de las Fuerzas Policiales.

Las enfermedades más frecuentes que afectan a los pobladores de la ciudad de Moyobamba se presentan en el cuadro N° 02.

Cuadro N° 02: 10 primeras causas de morbilidad general en la ciudad de Moyobamba - 2003.

DESCRIPCIÓN DE DAÑOS	Total	GRUPOS ETÁREOS												%
		0d-28d	29d-11m	1a	2a	3a	4a	5-9a	10-14a	15-19a	20-49a	50-64a	65a+	
ENF. DEL APARATO RESPIRATORIO	19927	275	4611	3422	2241	1673	1255	3313	1505	534	954	85	59	22,51
HELMINTIASIS	10228	2	292	1379	1338	1121	1040	2914	1277	255	485	87	38	11,55
ENF DE LA PIEL Y TEJ. CEL. SUB CUTANEO	6303	66	1028	875	647	463	383	1115	668	312	571	109	66	7,12
DISENTERIAS Y GASTROENTERECOLITIS	6179	41	1551	1650	674	395	275	671	332	117	360	61	52	6,98
ENF. DE LA CAVIDAD BUCAL	4439	3	24	65	49	171	287	1498	1012	611	689	24	6	5,01
DESNUTRICION	3626	15	561	1422	785	506	314	7	7	1	7	0	1	4,10
ENF. DE LA SANGRE Y ORG. HEMATOPOYETICOS	3283	0	101	316	260	263	261	888	474	191	424	63	42	3,71
ENF. DEL APARATO GENITO URINARIO	3224	5	105	113	90	65	63	289	273	402	1595	150	74	3,64
TRAUMATISMO Y ENVENAMIENTO	2822	8	88	150	184	141	159	670	550	252	513	64	43	3,19
MICOSIS	2537	10	357	213	151	119	89	390	301	257	604	28	18	2,87
OTRAS	25967	248	1715	1781	1175	1171	879	3156	2518	2863	8825	1010	626	29,33
TOTAL	88535	673	10433	11386	7594	6088	5005	14911	8917	5795	15027	1681	1025	100,00

FUENTE: CLAS RED MOYOBAMBA, 2003

2.3.8 FUENTES DE GENERACIÓN DE MATERIAL PARTICULADO.

2.3.8.1 FUENTES DE PUNTO:

Las fuentes de punto de generación de material particulado se muestran en el cuadro N° 03.

Cuadro N° 03: Fuentes de punto de generación de material particulado en la ciudad de Moyobamba - 2005.

FUENTES	UBICACIÓN
Panaderías :	
• El arte	• Jr. Cajamarca, cuadra N° 02.
• América	• Jr. San Martín-Alonso de Alvarado.
• Shalom	• Jr. Cajamarca, cuadra N° 02.
• Las Orquídeas	• Jr. Serafin Filomeno, cuadra N° 05.
• Sabropan	• Jr. 20 de Abril- Jr. Libertad.
• Maxpan	• Jr. Callao, cuadra N° 03
• La Moyochita	• Jr. Sector Prada.
Pollerías:	
• Media Luna	• Av. Grau, cuadra N° 08.
• Las Brasas	• Jr. Pedro Canga, cuadra N° 05.
• Arizona Chicken	• Jr. Serafin Filomeno, cuadra N° 05.
• El Pío Pío	• Jr. Callao, cuadra N° 03.
• El Pechugón	• Jr. Callao, cuadra N° 05.
• Las Terrazas	• Jr. Dos de Mayo.
• El Rico Pollo	• Jr. Callao, cuadra N° 07.
• Bahamas Burgués	• Jr. Pedro Canga.
Salchipaperías	
	• Jr. 25 de Mayo, cuadra N° 02 y 03.
	• Jr. 20 de Abril, cuadra N° 04 y 05.
	• Jr. Callao, cuadra N° 03.
	• Jr. Alonso de Alvarado, cuadra N° 01.
	• Jr. Dos de Mayo, cuadra N° 11.
	• Jr. Serafin Filomeno (Plazuela Amor y Paz) (02 puestos).
	• Jr. Dos de Mayo, cuadra N° 11.
	• Jr. Trujillo, cuadra N° 03 (01 puesto)
Anticucherías	
	• Jr. 20 de Abril, cuadra N° 03 (02 puestos).
	• Jr. Reyes Guerra - Jr. Manuel del Águila.
	• Av. Grau, cuadra N° 01 (03 puestos).
	• Esquina Calle San José y Pról. 20 de Abril.
	• Jr. Alonso de Alvarado, cuadra N° 01 y 03.

	<ul style="list-style-type: none"> • Jr. Dos de Mayo, cuadra N° 05 (02 puestos). • Jr. Dos de Mayo, cuadra N° 10 (plazuela San Martín). • Jr. 20 de Abril, cuadra N° 03. • Jr. Cajamarca - Jr. Coronel Secada. • Jr. Dos de Mayo, cuadra N° 17. • Jr. Trujillo, cuadra N° 03 (01 puesto).
Empresas procesadoras de café	
• Huancaruna	• Intersección entre Prolog. 20 de Abril y carretera Fernando Belaúnde Terry Km. 493.
• COINCA	• Carretera Fernando Belaúnde Terry Km. 493
Piladoras de arroz	
• Túpac Amaru	• Carretera Fernando Belaúnde Terry Km. 493
	• Sector Puerto Tahuishco.
• Zaragoza	• Jr. Reyes Guerra, cuadra 06.
Carpinterías y aserraderos	
• San José	• Jr. Callao, cuadra N° 03.
	• Jr. Cajamarca, cuadra N° 04.
	• Jr. Cajamarca, cuadra N° 05.
	• Jr. Prolongación Av. Grau, cuadra N° 02.
• Sheratón	• Jr. Reyes Guerra, cuadra N° 07.
	• Jr. Esperanza, cuadra N° 03.
	• Jr. Independencia, cuadra N° 03.
	• Jr. Pedro Pascasio Noriega, cuadra N° 03.
• Los Ángeles	• Carretera Fernando Belaúnde Terry Km. 493

FUENTE: Elaboración propia.

2.3.8.2 FUENTES DE ÁREA:

En la mayoría de las calles que atraviesan la zona intermedia de la ciudad, se ha observado un 40% en condiciones de asfalto, existiendo un déficit de un 60% que crea condiciones de molestia permanente en tiempos de verano, precipitación y estiaje (Municipalidad Provincial de Moyobamba, 2004). Ver anexo, plano N° 02.

El sistema vial de la ciudad de Moyobamba, clasificado por tipo de vía se muestra en el cuadro N° 04.

Cuadro N° 04: Sistema vial de la ciudad de Moyobamba - 2004.

TIPO DE VIA	CARACTERIZACION
VIA NACIONAL	Desde la Panamericana Norte, pasando por Chiclayo hasta Olmos, de aquí por la carretera de penetración totalmente asfaltada que se une la carretera Fernando Belaúnde Terry, cubriendo el tramo: Bagua Grande, Pedro Ruiz hasta Moyobamba.
CARRETERAS SECUNDARIAS	Existen carreteras y trochas en un estado de conservación buena y transitable todo el año, que partiendo de la carretera Fernando Belaúnde unen centros poblados como: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Carretera Moyobamba, Japelacio, Gera. ▪ Trocha de San Juan de Pacaysapa, San Roque, Canaan. ▪ Carretera Moyobamba, Calzada, Habana, Soritor. ▪ Carretera Moyobamba, Yantaló, Boca de Huascayacu entre otras.
VIA PRINCIPAL:	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Av. Almirante Miguel Grau ▪ Jr. Callao (cuadras 03 al 10) ▪ Jr. Coronel Secada (cuadras 09 al 11) ▪ Jr. Serafin Filomeno ▪ Jr. Alonso de Alvarado (cuadras 09 al 18) ▪ Jr. Dos de Mayo, Jr. Libertad y Jr. 25 de Mayo ▪ Jr. José de San Martín (cuadras 03 al 06) ▪ Jr. Pedro Canga (cuadras 04 al 07) ▪ Jr. Reyes Guerra y Jr. 20 de Abril (cuadras 07 al 10) ▪ Jr. Oscar R. Benavides (cuadras 02 al 05) ▪ Jr. Varacadillo (cuadras 03 al 04) ▪ Jr. Junín.
VIA SECUNDARIA:	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Jr. 20 de Abril (cuadras 11 al 22) ▪ Jr. Independencia ▪ Jr. Pedro P. Noriega ▪ Av. Ignacia Velásquez
VIA LOCAL:	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Resto de calles.

FUENTE: Municipalidad Provincial de Moyobamba - 2004.

2.3.8.3 FUENTES MOVIBLES:

Las fuentes movibles de generación de material particulado, están conformadas por todos los vehículos motorizados que circulan por las diferentes vías, como se describe en el cuadro N° 05.

**Cuadro N° 05: Fuentes móviles de generación de material
particulado en la ciudad de Moyobamba – 2004.**

TRANSPORTE VEHICULAR, DISTRITAL, INTERDISTRITAL E INTERPROVINCIAL				
N°	NOMBRE	RUTAS	VEHICULOS	
			TIPO	N°
01	Asoc. Aprochom	Urbano	Motocar	520
	Asoc. Patrón Santiago	Urbano	Motocar	75
	Asoc. Aproman	Urbano	Motocar	125
	Asoc. Tumi	Urbano	motocar	153
02	Paradero Informal	Tarapoto	Autos, Combis, Camionetas	Indeter.
03	Empresa San Felipe	Tarapoto, Soritor	Combis	28
04	Asoc. de Propietarios	Lahuarpiá, San Juan de Pacayzapa	Combis	36
05	Empresa Copacabana	Nueva Cajamarca - Tarapoto	Camionetas	
06	Terminal Terrestre - Civa - Ejetur - Paredes Estrella - Huamanga - Transportes Vargas - Jaén Express - Sol Peruano - Móvil Tours - Turismo Tarapoto - Transportes Mejía	Tarapoto, Chiclayo, Lima Juanjui, Tarapoto, Chiclayo, Lima Yurimaguas, Juanjui, Tarapoto, Chiclayo, Lima Tarapoto, Chiclayo Lima Tarapoto, Jaén, Chiclayo, Lima Jaén Tarapoto, Chiclayo, Piura, Lima Tarapoto, Chiclayo, Lima Tarapoto, Chiclayo, Lima Jaén, Piura, Lima	Omnibus Omnibus Omnibus Omnibus Omnibus Omnibus Omnibus Omnibus Omnibus	
07	Turismo Calzada	Calzada	Combis	05
08	Asoc. de Automóviles La Libertad	Lahuarpiá	Autos	46
	Asoc. de Automóviles Calzada	Calzada	Autos	04
	Asoc. de Transportes Motilones	Motilones	Autos	03
			Camioneta	01
09	Asoc. Prop. Río Avisado	Yantaló – Pueblo Libre	Combis	20
10	Asoc. Propietarios Río Mayo	Yantaló, Puerto Zapote, Puerto Los Angeles, San Francisco del Pajonal, Boca de Huascayacu	Autos	30
11	Asoc. de Transportistas Puerto Metoyacu	Puerto Metoyacu	Camionetas	02
12	Empresa Turismo Selva	Nva. Cajamarca, Tarapoto, Juanjui, Yurimaguas	Combis	145
13	Asoc. de Transportistas Jepelacio Express	Jepelacio, Nuevo San Miguel	Combis	25
14	Ettrisa	Río Nieva, Tarapoto, Tocache, Yurimaguas	Autos	37
15	Transportes San Martín	Naranjos, Tarapoto, Yurimaguas	Autos	38
16	Empresa Transportes Cajamarca	Soritor, Nuevo Cajamarca, Tarapoto	Autos	53
17	Asoc. de Transportistas Brisas del Gera	Jepelacio, Nuevo San Miguel	Autos	30
18	Empresa Transportes San Marcos	Soritor, San Marcos	Autos	10
19	Asoc. de Automovilistas El Turista	Centros Turísticos	Autos	16

FUENTE: Oficina de Tránsito de la Municipalidad Provincial de Moyobamba. 2004.

III. MATERIALES Y MÉTODOS.

3.1 MATERIALES Y EQUIPOS.

3.1.1 MATERIALES.

➤ De campo:

- 01 cinta adhesiva (Shurtape)
- 01 lapicero tinta indeleble (Faber-Castell)
- 16 placas Petri de 60 mm.
- 02 caja de papel filtro (Munktelln. 20)
- 08 casetas de madera.
- 01 wincha.
- 01 plano urbano de la ciudad de Moyobamba.
- Formatos de encuesta.
- 01 cronometro (Gucci Quartz)

➤ De gabinete:

- 01 plano urbano de la ciudad de Moyobamba.
- 01 caja de diskettes (Maxell 2HD).
- 01 caja de CD (Maxell, 700MB).

3.1.2 EQUIPOS.

➤ De campo:

- 01 cámara fotográfica (Canon); mecánica.
- 01 medidor de caudal de partículas sólidas suspendidas, artesanal.

➤ De laboratorio:

- 01 balanza analítica (Sartorius); BP 1215, d = 0.1H

3.2 MÉTODOS.

3.2.1 DETERMINACIÓN DEL GRADO DE CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA POR MATERIAL PARTICULADO EN LA CIUDAD DE MOYOBAMBA.

La determinación del grado de contaminación atmosférica por material particulado se realizó de la siguiente manera:

3.2.1.1 SELECCIÓN DE ESTACIONES DE MONITOREO DE MATERIAL PARTICULADO.

La selección de las estaciones de monitoreo se realizó en dos etapas:

a) Pre selección de estaciones de monitoreo.

Se realizó considerando la sectorización, estructura urbana, estado vial, fuentes de generación de material particulado y circulación vehicular, efectuando un recorrido por las calles de la ciudad de Moyobamba con la ayuda del plano catastral (Ver cuadro N° 06).

**Cuadro N° 06: Estaciones de monitoreo de material
particulado preseleccionadas en la ciudad de
Moyobamba - 2003.**

N°	ESTACIONES PRE SELECCIONADAS
1	Carretera Fernando Belaúnde Terry – Av. Ignacia Velásquez.
2	Av. Grau - Óvalo del cruce de Uchuglla.
3	Jr. 20 de Abril cuadra N° 03.
4	Av. Grau cuadra N° 08.
5	Jr. Manuel del Águila – Jr. 20 de Abril.
6	Jr. Coronel Secada – Jr. Callao.
7	Jr. Callao – Jr. Pedro Canga.
8	Jr. San Martín – Jr. Callao.
9	Jr. 25 de Mayo – Jr. Callao.
10	Jr. Serafin Filomeno – Jr. Emilio Acosta.
11	Jr. San Martín – Jr. Serafin Filomeno.
12	Jr. Serafin Filomeno – Jr. Pedro Canga.
13	Jr. Varacadillo – Jr. Serafin Filomeno.
14	Jr. 20 de Abril – Jr. Serafin Filomeno.
15	Jr. 20 de Abril – Jr. Alonso de Alvarado.
16	Jr. Alonso de Alvarado cuadra N° 04.
17	Jr. Alonso de Alvarado – Jr. Tumbes.
18	Jr. Libertad cuadra N° 01.
19	Jr. Pedro Pascasio Noriega – Jr. 20 de Abril.
20	Jr. Pedro Pascasio Noriega – Jr. Alberto Miranda Calle.
21	Jr. Libertad cuadra N° 06.
22	Jr. Reyes Guerra – Jr. Dos de Mayo.
23	Jr. Dos de Mayo – Jr. Emilio Acosta.
24	Jr. Dos de Mayo – Jr. Trujillo.
25	Jr. Dos de Mayo cuadra N° 12.
26	Jr. Alonso de Alvarado – Jr. Trujillo.
27	Jr. Alonso de Alvarado – Jr. Emilio Acosta.
28	Jr. San Martín – Jr. Alonso de Alvarado.
29	Jr. Pedro Canga – Jr. Alonso de Alvarado.
30	Jr. Alonso de Alvarado – Jr. Benavides.

Fuente: Elaboración Propia

b) Determinación del número de estaciones de monitoreo.

El número de estaciones de monitoreo se determinó utilizando la siguiente fórmula (Torres, 1997).

$$n = \frac{Z^2 pq}{E^2}$$

Donde:

n: Número de estaciones de monitoreo (muestra inicial).

Z: 1.56, para un límite de confianza de 88%.

P: Probabilidad de aciertos = 93%.

q: Probabilidad de fracasos = 7%.

E: Nivel de precisión = 12%.

$$n = \frac{1.56^2 (0.93) (0.07)}{(0.12)^2} = 11,01$$

$$n = 11$$

La muestra inicial (n) es corregida a través de la siguiente fórmula:

$$n_o = \frac{n}{1 + \frac{n-1}{N}}$$

Donde:

n_o = Número de estaciones de monitoreo (muestra corregida).

$$n = 11$$

N = 30 estaciones de monitoreo preseleccionadas.

$$n_o = \frac{11}{1 + \frac{11-1}{30}} = 8.25 \approx 8$$

n_o = 8 estaciones de monitoreo.

3.2.1.2 RECOLECCIÓN Y ANÁLISIS DEL MATERIAL PARTICULADO.

a) Partículas sedimentables.

Para la recolección de la muestra se empleó el método gravimétrico, en donde se dejó abierta una placa petri conteniendo papel filtro debidamente pesado (CEPIS, 1999), a una altura promedio de 3 m. del nivel del suelo (MEM, 1993) en cada estación de monitoreo, recogiendo la muestra cada 30 días durante 7 meses.

Las muestras recolectadas de las estaciones de monitoreo B, C y D fueron llevadas al "Laboratorio de Servicio a la Comunidad e Investigación" LASACI de la Universidad Nacional de Trujillo, para su respectivo análisis y las

muestras recolectadas de las estaciones de monitoreo A, E, F, G y H solo se determinó el peso de las muestras en el Laboratorio de Biología y Química de la Facultad de Ecología de la Universidad Nacional de San Martín – T. expresados en $Tn/Km^2/30$ días, para ello se utilizó la siguiente fórmula (CEPIS, 1999):

$$w \text{ MPS} = (w \text{ Pl} + w \text{ PFM}) - (w \text{ Pl} + w \text{ PFL})$$

Donde:

w MPS = Peso del material particulado sedimentable.

w Pl = Peso de la placa.

w PFM = Peso papel filtro con la muestra.

w PFL = Peso del papel filtro limpio.

El peso del material particulado sedimentable, se comparó con el Límite Máximo Permisible de $5 Tn/Km^2/30$ días establecido por la Organización Mundial de la Salud (OMS).

⇒ **Prueba estadística de comparaciones múltiples basadas en los promedios de material particulado sedimentable.**

Método de Duncan.

Determina la diferencia significativa entre los promedios de material particulado sedimentable, obtenidos en cada estación y mes de monitoreo, es decir, si las diferencias entre los promedios ordenados de material particulado sedimentable es mayor que el ALS (D) “Amplitud del Límite de Significación de Duncan”, existe diferencia significativa (Julca, 2002).

Los pasos son los siguientes:

➤ **Formulación de la prueba de hipótesis:**

Hipótesis nula (H_0): Se formula con el propósito de rechazar la diferencia significativa entre los promedios ordenados de material particulado sedimentable.

Hipótesis alternativa (H_1): Se formula con el propósito de aceptar la diferencia significativa entre los promedios ordenados de material particulado sedimentable.

➤ **Cálculo de la desviación estándar (S_x):**

$$S_x = \sqrt{\frac{CMe}{r}}$$

Para la determinación del cuadrado medio del error (CMe) se realizó el análisis de varianza (ANVA) haciendo uso de las fórmulas que se muestran en los cuadros 07 y 08.

Cuadro N° 07: Fórmulas del ANVA de material particulado sedimentable promedio ($Tn/Km^2/30$ días) por estaciones de monitoreo.

FV Fuente de variación	SC Sumas de cuadrados	Gt. Grados de libertad	CM Cuadrado medio	FC Valor calculado
Estaciones de monitoreo	$SC_{est.} = \frac{\sum x_{i.}^2}{r} - \frac{x_{..}^2}{rt}$	$gl_{est.} = r - 1$	$CM_{est} = \frac{SC_{est}}{gl_{est.}}$	$FC = \frac{CM_{est}}{CMe}$
Error	$SC_e = SC_{total} - SC_{est}$	$gl_e = gl_{total} - gl_{est.}$	$CMe = \frac{SC_e}{gl_e}$	
Total	$SC_{total} = \sum x_{ij}^2 - \frac{x_{..}^2}{rt}$	$gl_{total} = rt - 1$		

FUENTE: Elaboración propia

**Cuadro N° 08: Fórmulas del ANVA de material
particulado sedimentable promedio (Tn/Km²/30 días) por
meses de monitoreo.**

FV Fuente de variación	SC Sumas de cuadrados	GL Grados de libertad	CM Cuadrado medio	FC Valor calculado
Meses de monitoreo	$SC_{mes.} = \frac{\sum x_{j.}^2}{t} - \frac{x_{..}^2}{rt}$	$gl_{mes.} = r - 1$	$CM_{mes.} = \frac{SC_{mes.}}{gl_{mes.}}$	$FC = \frac{CM_{mes}}{CMe}$
Error	$SC_e = SC_{total} - SC_{mes}$	$gl_e = gl_{total} - gl_{mes}$	$CMe = \frac{SC_e}{gl_e}$	
Total	$SC_{total} = \sum x_{ij}^2 - \frac{x_{..}^2}{rt}$	$gl_{total} = rt - 1$		

FUENTE: Elaboración propia

Donde:

t = N° de estaciones de monitoreo.

r = N° de meses de monitoreo.

$x_{i.}$ = Suma de los datos por estación de monitoreo.

$x_{j.}$ = Suma de los datos por mes de monitoreo.

$x_{..}$ = $\sum x_{i.}$ ó $\sum x_{j.}$

Se procedió a determinar el AES (D) “Amplitudes Estudiantizadas Significativas de Duncan, teniendo en cuenta los grados de libertad del error y con un nivel de significación (α) de 5%, se busca, en la tabla de Duncan, los valores del número de promedios (P) del ordenamiento que se está probando, para ser multiplicados con la desviación estándar determinándose el ALS (D) “Amplitud del Límite de Significación de Duncan”, como se muestra:

$$ALS(D) = AES(D) * S\bar{x}$$

➤ **Determinación de la diferencia significativa.**

Se procedió a comparar los valores obtenidos en el ALS (D) “Amplitud del Límite de Significación de Duncan” con cada uno de los promedios ordenados del material particulado sedimentable de las estaciones y meses de monitoreo; cuando las

diferencias de los promedios es mayor que el ALS (D), quiere decir que existe diferencia significativa.

⇒ **Determinación de la correlación entre el peso de material particulado sedimentable recolectado y factores meteorológicos.**

Método de correlación de Spearman.

Según Tafur (1995), los pasos son los siguientes:

➤ **Formulación de la prueba de hipótesis:**

Hipótesis nula (H_0): Se formula con el propósito de rechazar la dependencia, de la variable dependiente a la variable independiente.

Hipótesis alternativa (H_1): Se formula con el propósito de aceptar la correlación positiva entre variables.

➤ **Ordenamiento de datos en rangos ordenados y diferencia de rangos ordenados.**

Se somete a ordenar los datos tanto de las variables dependientes e independientes por rangos de mayor a menor; el más elevado será el rango 1 y así sucesivamente, luego se someten a la diferencia entre rangos de la variable dependiente y de la variable independiente, expresados en cuadro de resumen, donde:

- RX: Rangos ordenados de la variable dependiente.
- RY: Rangos ordenados de la variable independiente.
- d_i : Diferencia de rangos ordenados (RX-RY).

➤ **Cálculo del coeficiente de Spearman:**

El coeficiente de correlación (r_s) de Spearman se determina mediante la siguiente fórmula:

$$r_{s_c} = 1 - \frac{6 \sum di^2}{n(n^2 - 1)}$$

Donde:

r_{s_c} : Coeficiente de correlación (r_s) de Spearman.

di : Diferencia de rangos ordenados (RX-RY).

n : Número de datos.

➤ **Contrastación de hipótesis.**

El coeficiente de correlación (r_s) de Spearman de hipótesis de rangos ordenados, se somete al análisis de la tabla del coeficiente de correlación por rangos de Sperman, con $n-2$ grados de libertad y un nivel de significancia de $\alpha = 5\%$, para la contrastación de la hipótesis nula, demostrado mediante un diagrama que oscila entre dos cifras numéricas: de 0 a 1 ó de -1 a 1 donde se identifica si existe correlación positiva o negativa.

⇒ **Determinación de la Influencia de factores meteorológicos en la cantidad de material particulado sedimentable recolectado ($Tn/km^2/30$ días).**

La influencia de los factores meteorológicos es expresado en figuras estadísticas.

b) Partículas suspendidas.

La captación de la muestra se realizó en las estaciones de monitoreo ubicadas entre el Jr. 25 de Mayo – Jr. Callao, (D) y Prolongación 20 de Abril cuadra N° 03 (H), con el medidor de caudal de partículas, (Técnica de Orificios), haciendo pasar aire durante 24 horas a través de un ventilador por un

tubo que en el interior tiene un orificio más pequeño, que a su vez tiene un tubo puente que contiene agua y por la presión ejercida por un extremo causa un efecto en el agua formando dos niveles, la diferencia de ello es la altura de la presión (Z) y con el volumen calculado, se determinó el caudal de las partículas expresado en miligramos por centímetro cúbico de aire, $\text{mg./cm}^3/24$ horas. Las partículas suspendidas se capturaron en una trampa de papel filtro contenida en el interior del equipo (CEPIS, 1999).

La muestra obtenida fue analizada en el “Laboratorio de Servicio a la Comunidad e Investigación” LASACI de la Universidad Nacional de Trujillo, donde se determinó la concentración y composición del material particulado suspendido.

Las características que presenta el equipo son las siguientes:

- Diámetro del tubo soplador (De) : 5cm
- Diámetro del orificio interno (Do) : 3cm
- Coeficiente de eficiencia (C) : 0.95
- Constante atmosférico (gc) : 9.81

Los datos que se registraron durante el monitoreo son los siguientes:

- Altura de presión (Z).
- Tiempo (hora).

Cálculo del caudal de las partículas:

$$Q = m \times V$$

Donde:

Q = Caudal de las partículas (mg/cm^3)

m = Masa de las partículas (mg.)

V = Volumen de aire aspirado (cm^3)

El volumen de aire aspirado se calcula con la siguiente fórmula:

$$V = C \sqrt{2 \times gc \times Z \times \frac{Do}{De - Do}}$$

El caudal de las partículas de material particulado suspendido, se comparó con el Límite Máximo Permisible de $0.26 \text{ mg./m}^3/24$ horas establecido por la Organización Panamericana de la Salud (OPS).

3.2.2 IMPACTOS DEL MATERIAL PARTICULADO EN LA SALUD DE LA POBLACIÓN MOYOBAMBINA.

Los impactos que causa el material particulado en la salud de la población de la ciudad de Moyobamba se han identificado y evaluado de la siguiente manera:

3.2.2.1 IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS QUE PRODUCE LAS FUENTES DE GENERACIÓN DE MATERIAL PARTICULADO.

La identificación y evaluación del impacto ambiental que producen las distintas fuentes de generación de material particulado en la salud, se realizó conjuntamente con los demás subfactores ambientales, haciendo uso de los métodos y técnicas de análisis de Leopold Betelle, T. Fisher and Davis heshold of Concern (TOC), la que es resumida en combinación con las listas de control descriptivas y escaleras ponderadas (Casas, 1995). Para lo cual se tomaron los siguientes criterios:

- Elaboración de una matriz de doble entrada (oferta y demanda ambiental) en la cual se identificó en la parte de oferta ambiental los elementos del ambiente evaluados en el

estudio y en la parte de demanda ambiental, las diferentes fuentes de generación de material particulado (Ver matriz N° 01).

- La valorización de los impactos identificados, puede ser positivo (+) o negativo (-). Ésta valoración se consigue mediante el cruce de las fuentes de generación de material particulado, frente a los factores evaluados. La valorización cualitativa se realizó clasificando los impactos de acuerdo a la escala de valoración que se aprecia en el cuadro N° 09 (Ver matriz N° 02).
- La valorización cuantitativa se realizó ponderando mediante un valor escalar máximo en cada subfactor ambiental del diferente factor ambiental evaluado de acuerdo a la escala de valoración que se muestra en el cuadro N° 09. La valorización se aprecia en la matriz N° 03.

Cuadro N° 09: Ponderación escalar de impactos ambientales.

CLASIFICACIÓN	SÍMBOLO	VALOR ESCALAR MAXIMO	CONCEPTO
MUY OPTIMO	MO	1.00	IMPACTO MUY POSITIVO (+)
OPTIMO ALTO	OA	0.875	IMPACTO POSITIVO (+)
OPTIMO MEDIO	OM	0.750	
OPTIMO BAJO	OB	0.625	
REGULAR	R	0.50	IMPACTO MEDIO (+/-)
IRREGULAR ALTO	IA	0.375	IMPACTO NEGATIVO (-)
IRREGULAR MEDIO	IM	0.250	
IRREGULAR BAJO	IB	0.125	
MUY IRREGULAR	MI	0.00	IMPACTO MUY NEGATIVO (-)

FUENTE: Casas, 1995.

- Determinación de la vulnerabilidad de los factores ambientales, mediante el número de incidencias sobre

unidades de impacto ambiental (UIA) tal como se muestra en la matriz N° 04.

- Determinación del índice de calidad ambiental, la cual se obtiene de la división del número de incidencias y unidades de impacto ambiental, cuyos resultados se muestra en la matriz N° 05.
- Determinación de los niveles escalares óptimos de calidad ambiental, mediante la multiplicación del índice de calidad ambiental con el número de incidencias de los factores ambientales, cuyos resultados representan el patrón de monitoreo y mitigación de la calidad ambiental de las fuentes de generación de material particulado (Ver matriz N° 06).
- Determinación de los niveles escalares óptimos de calidad ambiental valorado, la cual se obtiene mediante la sumatoria de la valoración de los impactos identificados (Ver matriz N° 07).
- Determinación del nivel de calidad ambiental, para la cual también se determinó el nivel de calidad ambiental relativo, la prioridad horizontal y vertical.
El nivel de calidad ambiental resulta de la multiplicación del índice de calidad ambiental por los niveles escalares óptimos de calidad ambiental valorado.

El nivel de calidad ambiental relativo se obtiene con la regla de tres simples:

Nivel de calidad ambiental \longrightarrow 100%

Niveles escalares óptimos de
calidad ambiental \longrightarrow X

X = Nivel de calidad ambiental relativa (%)

Prioridad Horizontal (demanda ambiental). Esta priorización se considera en forma ascendente para la calidad ambiental relativa, se va considerando como prioridad (1, 2,....., n.) desde el nivel de calidad relativa mínimo hasta el máximo respectivamente.

Prioridad Vertical (oferta ambiental). Esta se realiza de la misma forma que la prioridad horizontal (Ver matriz N° 08).

- La valoración escalar cuantitativa de calidad ambiental se obtiene de la sumatoria de la valorización cuantitativa del impacto de cada factor ambiental evaluado (Ver matriz N° 09).
- La valorización escalar cualitativa se realizó clasificando los impactos, valorados cuantitativamente, de acuerdo al valor escalar máximo de impactos ambientales mostrados en el cuadro N° 09 (Ver matriz N° 10).
- El valor promedio porcentual, indica el tipo y porcentaje de impactos obtenidos durante la evaluación de impacto ambiental que ocasionan las fuentes de generación de material particulado en cada factor ambiental; como también la interrelación entre fuentes y factores ambientales y la respectiva conclusión de la presente evaluación (Ver matriz N° 11).

3.2.2.2 REALIZACIÓN DE ENCUESTAS.

La opinión directa de la población de la ciudad de Moyobamba, sobre todo la que está más expuesta a la contaminación por material particulado es muy importante para identificar los impactos que causa el material particulado en la salud; para ello se ha diseñado un formato de encuesta semi estructurada (Ver anexo N° 01), que consta de 11 preguntas relacionadas con la

contaminación del aire y su impacto en la salud de la población de la ciudad de Moyobamba.

El número de encuestas (Torres, 1997), está en función al número de habitantes que es 21338 habitantes (población proyectado al 2004 del censo de 1993).

$$n = \frac{Z^2 pq}{E^2}$$

Donde:

n = Muestra inicial (Número de encuestas a habitantes de la ciudad de Moyobamba).

Z = 2.06 para un límite de confianza de 96%.

P = Proporción de los aciertos = 70 %

q = Proporción de los errores = 30 %

E = Nivel de precisión para generar los resultados = 4 %

$$n = \frac{2.06^2 (0.7) (0.3)}{(0.04)^2} = 556.90$$

Fórmula usada para ajustar el número de encuestas a habitantes de la ciudad de Moyobamba (muestra inicial).

$$n_0 = \frac{n}{1 + \frac{n-1}{N}}$$

Donde:

n₀ = Muestra ajustada (número de encuestas a habitantes de la ciudad de Moyobamba).

n = Muestra inicial (preliminar).

N = Número de habitantes en la ciudad de Moyobamba (dato proyectado al 2004 del censo de 1993).

$$n_0 = \frac{556.9}{1 + \frac{556.9-1}{21338}} = 542.7 \approx 543$$

n₀ = 543 encuestas.

Las 543 encuestas fueron realizadas al azar, a las personas que se encontraban más expuestas directamente al material particulado, como los ambulantes, comerciantes, peatones, y personas que residen en sus viviendas.

3.2.2.3 RECOLECCIÓN DE DATOS DE ENFERMEDADES.

Las enfermedades que se presentan en el ser humano debido a la exposición a altas concentraciones de contaminantes del aire están relacionadas con las enfermedades respiratorias (CEPIS, 1999). La correlación entre peso de material particulado sedimentable ($Tn/km^2/30$ días) y enfermedades respiratorias se determinó con el Coeficiente de Correlación (r_s) de Spearman de rangos ordenados explicado anteriormente, por lo cual se recolectó datos del Ministerio de Salud del número de atenciones por enfermedades respiratorias correspondiente a los meses de monitoreo de material particulado octubre 2003 – abril 2004 en la ciudad de Moyobamba.

3.2.2.4 TEST DE AUTOEVALUACIÓN DE LA ANSIEDAD A CONDUCTORES DE MOTOCAR.

El presente Test., elaborado por el Dr. William Zunt (en Bocanegra, 2003); determina el nivel de ansiedad, empleando 20 frases que han sido leídas cuidadosamente y respondidas por los conductores de motocar, por ser las personas más expuestas a la contaminación por material particulado, colocando el número respectivo a sus respuestas, en ese momento (ver anexo N° 02). Tales respuestas han sido comparadas con la siguiente escala valorativa:

- Nivel 1 : No hay ansiedad = < de 45 puntos
- Nivel 2 : Ansiedad moderada = entre 45 a 59 puntos
- Nivel 3 : Ansiedad severa = entre 60 a 74 puntos
- Nivel 4 : Ansiedad grado alto = > de 75 puntos

Para determinar el número de conductores de motocar a ser evaluados mediante el Test de autoevaluación de la ansiedad, se tuvo en cuenta a los 873 motocares registrados en las asociaciones de motocarristas (ver cuadro N° 04), el cual se determinó utilizando la siguiente fórmula (Torres, 1997):

$$n = \frac{Z^2(p)(q)}{E^2}$$

Donde:

n = Muestra inicial (número de conductores de motocar).

Z = 1.75 para un límite de confianza del 92%.

P = Proporción de los aciertos = 85 %

q = Proporción de los errores = 15 %

E = Nivel de precisión para generar los resultados = 8 %

$$n = \frac{1.75^2 (0.85) (0.15)}{(0.08)^2} = 61.01$$

Fórmula usada para ajustar el número de conductores de motocar (muestra inicial), a ser evaluados.

$$n_0 = \frac{n}{1 + \frac{n-1}{N}}$$

Donde:

n_0 = Muestra ajustada (número de conductores de motocar).

n = Muestra inicial (preliminar).

N = Número de motocares inscritos en asociaciones de motocarristas en la ciudad de Moyobamba.

$$n_0 = \frac{61.01}{1 + \frac{61.01 - 1}{873}} = 57.09 \approx 57$$

n_0 = 57 conductores de motocar a ser evaluados.

Los 57 conductores de motocar a ser evaluados, fueron seleccionados teniendo en cuenta el tiempo de exposición laboral

alrededor de 14 horas diarias y con una edad promedio de 20 – 35 años.

3.2.3 PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN PARA LOS IMPACTOS QUE PRODUCE EL MATERIAL PARTICULADO EN LA SALUD DE LA POBLACIÓN DE LA CIUDAD DE MOYOBAMBA.

Las alternativas de solución se plantean en:

Plan de Manejo Ambiental.

La implementación del Plan de Manejo Ambiental se propone con el objetivo de prevenir, mitigar y controlar los diferentes impactos que se producen en el ambiente (Foro Latinoamericano de Ciencias Ambientales - FLACAM, 1997).

3.2.4 PROPUESTA DE RUTAS ALTERNATIVAS DE CIRCULACIÓN VEHICULAR EN LA CIUDAD DE MOYOBAMBA.

La propuesta de rutas alternativas, ha sido elaborada teniendo en cuenta las características que presenta el sistema vial de la ciudad de Moyobamba, en cuanto a su estado de pavimentación, dirección de recorrido de los vehículos motorizados, sectorización urbana, estructuración urbana (Ver resultados pág. N° 80).

IV. RESULTADOS.

4.1 DETERMINACIÓN DEL GRADO DE CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA POR MATERIAL PARTICULADO EN LA CIUDAD DE MOYOBAMBA.

Las estaciones que fueron seleccionadas para el monitoreo de material particulado, se muestra en el cuadro N° 10.

Cuadro N° 10: Estaciones de monitoreo de material particulado en la ciudad de Moyobamba - 2003.

ESTACIONES DE MONITOREO	UBICACIÓN	CARACTERÍSTICAS
A	Intersección de la Av. Grau con la vía principal Fernando Belaúnde Terry (Cruce de Uchuglla).	<ul style="list-style-type: none"> • Sectorización: Calvario. • Estructura urbana: Eje comercial. • Flujo vehicular: 1390 vehículos/hora. • Estado vial: Pavimentado. • Otros: Zona transitada por estudiantes, trabajadores y población aledaña.
B	Intersección: entre vías principales Jr. Coronel Secada y Jr. Callao (Flor de Maíz)	<ul style="list-style-type: none"> • Sectorización: Calvario. • Estructura urbana: Eje comercial. • Flujo vehicular: 1146 vehículos/hora. • Estado vial: Pavimentado: Jr. Coronel Secada y Jr. Callao Cuadra. 03. No pavimentado: Jr. Callao cuadra 02. • Otros: Zona transitada por estudiantes, trabajadores y población aledaña, etc.
C	Intersección: entre vías principales, Jr. San Martín y Jr. Callao.	<ul style="list-style-type: none"> • Sectorización: Calvario – Belén. • Estructura urbana: Comercio central. • Flujo vehicular: 1194 vehículos/hora. • Estado vial: Pavimentado. • Otros: Zona transitada por estudiantes, trabajadores y población en general por encontrarse alrededor de la plaza de Armas y cerca al mercado de abastos.
D	Intersección: entre vías principales Jr. 25 de Mayo y Jr. Callao.	<ul style="list-style-type: none"> • Sectorización: Belén. • Estructura urbana: Comercio central. • Flujo vehicular: 809 vehículos/hora. • Estado vial: Pavimentado • Otros: Zona transitada por estudiantes, trabajadores y población en general por encontrarse alrededor de la plaza de Armas y cerca al mercado de abastos.

E	Intersección Jr. Alonso de Alvarado con Jr. Trujillo.	<ul style="list-style-type: none"> • Sectorización: Lluyucucha. • Estructura urbana: Zona residencial consolidada. • Flujo vehicular: 668 vehículos/hora. • Estado vial: Pavimentado. • Otros: Zona transitada por estudiantes, trabajadores y población en general.
F	Intersección Jr. Dos de Mayo con Jr. Emilio Acosta.	<ul style="list-style-type: none"> • Sectorización: Lluyucucha. • Estructura urbana: Zona residencial consolidada. • Flujo vehicular: 594 vehículos/hora. • Estado vial: Pavimentado: Jr. Dos de Mayo. No pavimentado: Jr. Emilio Acosta. • Otros: Zona transitada por estudiantes, trabajadores y población en general.
G	Jr. Libertad, cuadra N° 06.	<ul style="list-style-type: none"> • Sectorización: Zaragoza. • Estructura urbana: Zona residencial consolidada. • Flujo vehicular: 74 vehículos/hora. • Estado vial: No pavimentado. • Otros: Esta Vía es céntrica para el traslado de estudiantes y trabajadores.
H	Prolongación 20 de Abril cuadra N° 03	<ul style="list-style-type: none"> • Sectorización: Calvario. • Estructura urbana: Zona residencial en proceso de consolidación. • Flujo vehicular: 73 vehículos/hora • Estado vial: No pavimentado • Otros: Zona transitada por estudiantes, trabajadores y población en general.

FUENTE: Elaboración propia.

Nota: El flujo vehicular promedio, fue determinado en 14 horas. Noviembre 2003.

4.1.1 RESULTADOS DE ANÁLISIS DEL MATERIAL PARTICULADO SEDIMENTABLE.

Los resultados obtenidos en el análisis de material particulado sedimentable realizado durante la etapa de monitoreo, desde el mes de octubre del 2003 hasta el mes de abril del 2004, en las 8 estaciones de monitoreo, son los siguientes:

a) Peso del material particulado sedimentable (Tn/Km²/30 días).

El peso del material particulado sedimentable obtenido durante la etapa de monitoreo se muestra en el cuadro N° 11.

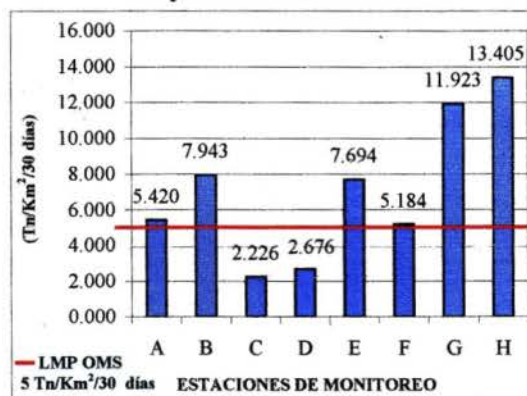
**Cuadro N° 11: Peso del material particulado sedimentable
(Tn/Km²/30 días) por estación de monitoreo en la ciudad de
Moyobamba 2003 - 2004.**

ESTACIONES DE MONITOREO	PARTÍCULAS SEDIMENTABLES (Tn/Km ² /30 días)							SUMA	PROM.
	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr		
A	4.838	5.857	4.074	7.894	5.220	4.711	5.348	37.942	5.420
B	12.987	5.602	5.564	8.149	7.767	8.149	7.385	55.602	7.943
C	2.928	2.801	2.979	3.056	0.509	3.056	0.255	15.584	2.226
D	3.947	1.273	1.286	2.801	1.401	2.801	5.220	18.729	2.676
E	6.621	7.767	5.984	13.242	6.748	6.239	7.257	53.858	7.694
F	1.530	4.838	9.804	12.860	2.037	1.146	4.074	36.290	5.184
G	9.422	12.860	6.112	25.783	10.186	7.767	11.332	83.461	11.923
H	12.096	14.260	6.875	27.120	12.350	8.531	12.605	93.838	13.405
SUMA	54.370	55.258	42.679	100.904	46.218	42.399	53.476	395.30	56.472
PROMEDIO	6.796	6.907	5.335	12.613	5.777	5.300	6.684	49.413	7.059

FUENTE: Elaboración propia

La distribución promedio mensual del material particulado sedimentable se representa en los siguientes gráficos estadísticos:

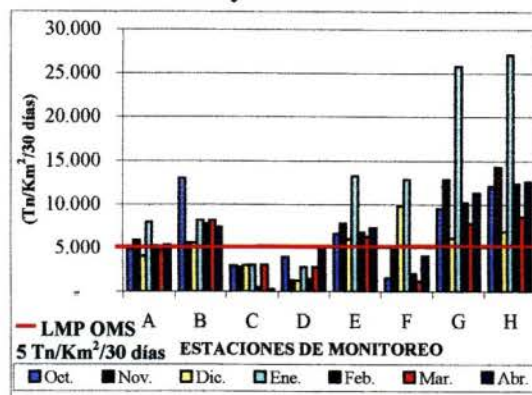
**Gráfico N° 01: Distribución del material particulado
sedimentable por estación de monitoreo en la ciudad de
Moyobamba 2003 - 2004.**



FUENTE: Elaboración propia.

La distribución promedio mensual de material particulado por estación de monitoreo indica que en las estaciones de monitoreos A, B, E, F, G, H sobrepasan el límite máximo permisible.

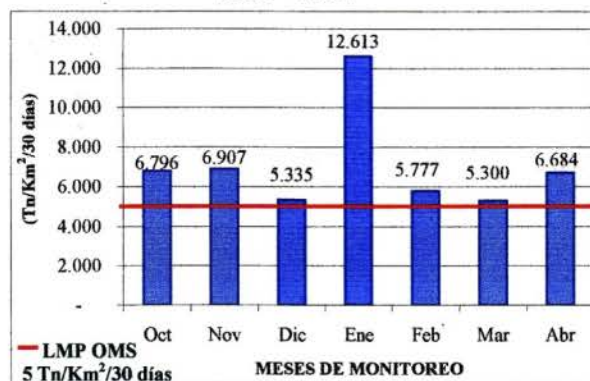
Gráfico N° 02: Distribución del material particulado sedimentable por mes en cada estación de monitoreo en la ciudad de Moyobamba 2003 - 2004.



FUENTE: Elaboración propia.

Durante los 07 meses de monitoreo se presentó contaminación del aire por material particulado en las estaciones A, B, E, F, G y H por sobrepasar el Limite Máximo Permisible de 5 Tn/Km²/30 días.

Gráfico N° 03: Distribución del material particulado sedimentable por mes de monitoreo en la ciudad de Moyobamba 2003 - 2004.



FUENTE: Elaboración propia.

El mes que presentó mayor cantidad de material particulado sedimentable es enero, con un promedio de 12.613 Tn/Km²/30 días y el que presentó menos cantidad de material particulado sedimentable es el mes de marzo con 5.300 Tn/Km²/30 días.

b) Tamaño, caracterización y pH promedio del material particulado sedimentable.

El tamaño, caracterización y pH promedio del material particulado sedimentable, se analizó solo de las muestras obtenidas en las estaciones B, C, D, que se muestran en el cuadro N° 12.

Cuadro N° 12: Tamaño, caracterización y pH promedio del material particulado sedimentable en la ciudad de Moyobamba 2003 - 2004.

MESES DE MONITOREO (2003-2004)	ESTACIONES DE MONITOREO	TAMAÑO DE LAS PARTICULAS (%)			CARACTERIZACIÓN EN EL SEDIMENTO (%)			pH	pH PROM.
		0 - 46 um	46 - 100 um	+ 100 um.	NO _x	SO _x	CO		
OCTUBRE	B	15	65	20	0.18	0.40	-	5.00	6.00
	C	30	55	15	0.22	0.30	-	6.90	
	D	31	40	29	0.18	0.40	-	6.10	
NOVIEMBRE	B	20	55	25	0.14	0.14	-	6.50	6.37
	C	30	55	15	0.18	0.18	-	6.60	
	D	23	49	28	0.19	0.19	-	6.00	
DICIEMBRE	B	18	55	27	0.19	0.50	-	6.30	6.43
	C	30	50	20	0.23	0.40	-	6.80	
	D	25	55	20	0.17	0.12	-	6.20	
ENERO	B	20	40	40	0.17	0.50	1.30	5.50	5.97
	C	10	40	50	0.19	0.20	1.60	6.20	
	D	20	40	40	0.14	0.15	1.40	6.20	
FEBRERO	B	20	30	50	0.21	0.40	1.90	6.00	6.50
	C	10	50	40	0.15	0.31	1.20	6.70	
	D	20	40	40	0.20	0.50	1.50	6.80	
MARZO	B	20	30	50	0.21	0.50	1.20	6.50	6.73
	C	20	40	40	0.16	0.16	1.50	6.90	
	D	20	35	45	0.21	0.31	1.60	6.80	
ABRIL	B	20	35	45	0.19	0.65	1.20	5.70	6.50
	C	15	35	50	0.13	0.31	1.50	6.80	
	D	20	30	50	0.19	0.44	1.90	7.00	
PROMEDIO		20.81	44.00	35.19	0.18	0.34	1.48	6.36	
PROMEDIO (Enero-Abril)		-	-	-	0.18	0.37	1.48	-	

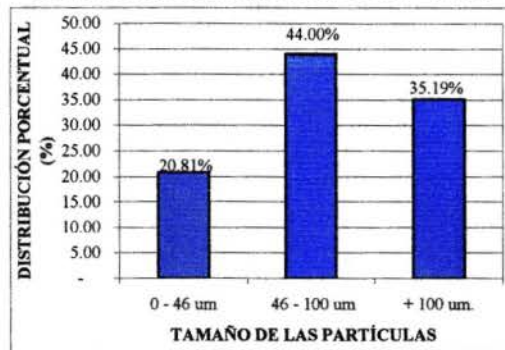
FUENTE: Elaboración propia.

NOTA: 1000 um = 1mm.

El tamaño de las partículas sedimentables analizadas varían de 0-100 um., la caracterización en el sedimento representa que la fracción más grande promedio es de carbón, presentando un pH promedio de 6.36.

El tamaño, caracterización y pH promedio del material particulado sedimentable, se representan gráficamente en los siguientes gráficos:

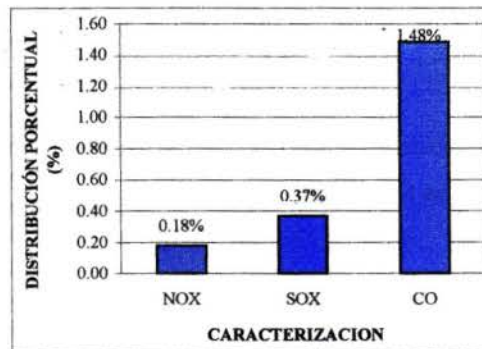
Gráfico N° 04: Tamaño del material particulado sedimentable en la ciudad de Moyobamba 2003 - 2004.



FUENTE: Elaboración propia.

La distribución promedio del tamaño del material particulado sedimentable indica que las partículas con diámetro de 46 - 100 um., son las que más predominan con un 44% del total de las partículas sedimentables analizadas.

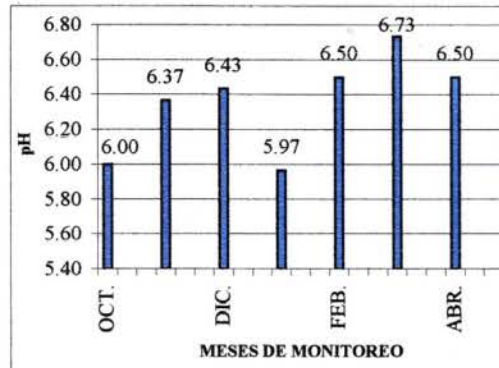
Gráfico N° 05: Caracterización del material particulado sedimentable en la ciudad de Moyobamba 2003 - 2004.



FUENTE: Elaboración propia.

La distribución porcentual promedio de la caracterización del material particulado sedimentable, indica que el carbón en sedimento representa mayor porcentaje en la muestra, seguido por el azufre y el nitrógeno en sedimento.

Gráfico N° 06: pH del material particulado sedimentable en la ciudad de Moyobamba 2003 - 2004.



FUENTE: Elaboración propia.

La distribución promedio del pH muestra que en el mes de marzo el material particulado sedimentable recolectado presentó mayor grado de acidez.

- c) **Prueba estadística de comparaciones múltiples basados en los promedios del material particulado sedimentable recolectado.**

Prueba de Duncan:

⇒ **Nivel de significancia de material particulado sedimentable promedio ($Tn/Km^2/30$ días) por estación de monitoreo.**

➤ **Prueba de hipótesis:**

$$H_0 : A = B = C = D = E = F = G = H$$

$$H_1 : A \neq B \neq C \neq D \neq E \neq F \neq G \neq H$$

Cuadro N° 13: ANVA del material particulado sedimentable promedio ($Tn/Km^2/30$ días) por estación de monitoreo.

FV	SC	GL	CM	FC	Ft	DECISIÓN
Estac. de monitoreo	797.214331	7	113.887761	19.9645075	2.21	Rechazo Ho
Error	273.816548	48	5.70451143			
TOTAL	1071.03088	55				

FUENTE: Elaboración propia.

Cálculo de la desviación estándar:

$$Sx = \sqrt{\frac{CMe}{r}} = \sqrt{\frac{5.705}{7}} = 0.90$$

Determinación de AES (D) “Amplitudes Estudiantizadas Significativas de Duncan” al (5%):

P	2	3	4	5	6	7	8
AES (D)	2.848	2.998	3.092	3.158	3.212	3.258	3.292

Determinación de ALS (D) “Amplitud Límite de Significación de Duncan” al (5%):

$$ALS(D) = AES(D) * Sx$$

p	2	3	4	5	6	7	8
AES (D)	2.848	2.998	3.092	3.158	3.212	3.258	3.292
0.90							
ALS (D)	2.5632	2.6982	2.7828	2.8422	2.8908	2.9322	2.9628

Cuadro N° 14: Diferencia significativa del material particulado sedimentable (Tn/Km²/30 días) por estación de monitoreo en la ciudad de Moyobamba 2003 - 2004.

DIFERENCIAS	C	D	F	A	E	B	G	H
C	2.226	-	0.449	2.958*	3.194*	5.468*	5.717*	9.697*
D	2.676	-	-	2.509	2.745	5.018*	5.268*	9.247*
F	5.184	-	-	-	0.236	2.510	2.759	6.739*
A	5.420	-	-	-	-	2.274	2.523	6.503*
E	7.694	-	-	-	-	-	0.249	4.229*
B	7.943	-	-	-	-	-	-	3.980*
G	11.923	-	-	-	-	-	-	-
H	13.405	-	-	-	-	-	-	-
ALS (D) _{0.05}		2.5632	2.6982	2.7828	2.8422	2.8908	2.9322	2.9628

FUENTE: Elaboración propia.

* Los valores mayores de los ALS (D) presentan diferencia significativa.

⇒ Nivel de significancia de material particulado sedimentable (Tn/Km²/30 días) en los meses de monitoreo.

Prueba de Duncan:

➤ **Prueba de hipótesis:**

$$H_0 : Oct. = Nov. = Dic. = Ene. = Feb. = Mar. = Abr.$$

$$H_1 : Oct. \neq Nov. \neq Dic. \neq Ene. \neq Feb. \neq Mar. \neq Abr.$$

Cuadro N° 15: ANVA del material particulado sedimentable (Tn/Km²/30 días) por meses de monitoreo.

FV	SC	GL	CM	FC	Ft	DECISIÓN
Meses de monitoreo	310.3138709	6	51.71897848	3.331370161	2.29	Rechazo Ho
Error	760.7170092	49	15.52483692			
TOTAL	1071.03088	55				

FUENTE: Elaboración propia.

Cálculo de la desviación estándar:

$$Sx = \sqrt{\frac{CMe}{t}} = \sqrt{\frac{15.245}{8}} = 1.38$$

Determinación de AES (D) “Amplitudes Estudiantizadas Significativas de Duncan” al (5%):

P	2	3	4	5	6	7
AES (D)	2.8465	2.9965	3.091	3.1565	3.211	3.2565

Determinación de ALS (D) “Amplitud Límite de Significación de Duncan” al (5%):

$$ALS(D) = AES(D) * Sx$$

P	2	3	4	5	6	7
AES (D)	2.8465	2.9965	3.091	3.1565	3.211	3.2565
1.38						
ALS (D)	3.92817	4.13517	4.26558	4.35597	4.43118	4.49397

Cuadro N° 16: Diferencia significativa del material particulado sedimentable (Tn/Km²/30 días) por meses de monitoreo en la ciudad de Moyobamba 2003 - 2004.

DIFERENCIAS		Mar.	Dic.	Feb.	Abr.	Oct.	Nov.	Ene.
		5.300	5.335	5.777	6.684	6.796	6.907	12.605
Mar.	5.300	-	0.04	0.48	1.38	1.50	1.61	7.31*
Dic.	5.335	-	-	0.44	1.35	1.46	1.57	7.27*
Feb.	5.777	-	-	-	0.91	1.02	1.13	6.83*
Abr.	6.684	-	-	-	-	0.11	0.22	5.92*
Oct.	6.796	-	-	-	-	-	0.11	5.81*
Nov.	6.907	-	-	-	-	-	-	5.70*
Ene.	12.605	-	-	-	-	-	-	-
ALS (D) _{0.05}			3.92817	4.13517	4.26558	4.35597	4.43118	4.49397

FUENTE: Elaboración propia.

* Los valores mayores de los ALS (D) presentan diferencia significativa.

d) Determinación de la correlación entre el peso del material particulado sedimentable recolectado y factores meteorológicos.

⇒ Correlación entre el material particulado sedimentable promedio (Tn/Km²/30 días) y la Temperatura media mensual.

➤ **Formulación de la prueba de hipótesis.**

- Hipótesis nula (H₀): El material particulado sedimentable recolectado no depende de la temperatura ambiental.
- Hipótesis alternativa (H₁): Existe correlación positiva entre cantidad de material particulado recolectado y la temperatura media mensual.

Cuadro N° 17: Ordenamiento y diferencia de rangos del material particulado sedimentable y temperatura.

MESES DE MONITOREO	MAT. PARTIC. SEDIMENTABLE (Tn/Km ² /30 días) X	TEMPERATURA (°C) Y	R _X	R _Y	R _X - R _Y di	di ²
Octubre	6.80	23.7	5	6.5	-1.5	2.25
Noviembre	6.91	22.9	6	2	4	16
Diciembre	5.33	23.6	2	5	-3	9
Enero	12.61	23.7	7	6.5	0.5	0.25
Febrero	5.78	23.2	3	4	-1	1
Marzo	5.30	22.5	1	1	0	0
Abril	6.68	23.1	4	3	1	1
Σ					0	29.5

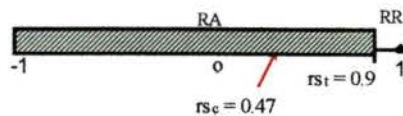
FUENTE: Elaboración propia.

➤ **Cálculo del coeficiente de Spearman.**

$$rs_c = 1 - \frac{6 \sum di^2}{n(n^2 - 1)}$$

$$rs_c = 1 - \frac{6 * 29.5}{7(7^2 - 1)} = 0.47$$

➤ **Contrastación de hipótesis:** Con n-2 grados de libertad y un nivel de significancia de α=5% resulta el coeficiente de correlación de Spearman, rs_c= 0.9.



Como el valor del rs_c está dentro de la región de aceptación (RA), por lo tanto se acepta H_0 .

⇒ **Correlación (rs) entre el material particulado sedimentable recolectado promedio ($Tn/Km^2/30$ días) y la precipitación media mensual.**

➤ **Formulación de la prueba de hipótesis.**

- Hipótesis nula (H_0): El material particulado sedimentable promedio no depende de la precipitación.
- Hipótesis alternativa (H_1): Existe correlación positiva entre cantidad de material particulado recolectado y precipitación.

Cuadro N° 18: Ordenamiento y diferencia de rangos del material particulado sedimentable y precipitación.

MESES DE MONITOREO	MATERIAL PARTICULADO SEDIMENTABLE ($Tn/Km^2/30$ días) X	PRECIPITACIÓN (mm.) Y	RX	RY	RX - RY d_i	d_i^2
Octubre	6.80	117.9	5	5	0	0
Noviembre	6.91	71.4	6	2	4	16
Diciembre	5.33	227.9	2	7	-5	25
Enero	12.61	54.2	7	1	6	36
Febrero	5.78	96.2	3	4	-1	1
Marzo	5.30	125.1	1	6	-5	25
Abril	6.68	84.2	4	3	1	1
Σ					0	104

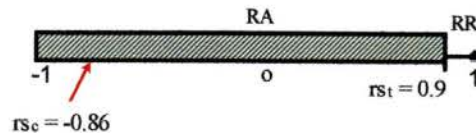
FUENTE: Elaboración propia.

➤ **Cálculo del coeficiente de Spearman**

$$rs_c = 1 - \frac{6 \sum d_i^2}{n(n^2 - 1)}$$

$$r_{sc} = 1 - \frac{6 * 104}{7(7^2 - 1)} = -0.86$$

- **Contrastación de hipótesis:** Con n-2 grados de libertad y un nivel de significancia de $\alpha = 5\%$ resulta el coeficiente de correlación de Sperman, $r_{st} = 0.9$.



Como el valor del r_{sc} está dentro de la región de aceptación (RA), por lo tanto se acepta H_0 .

⇒ **Correlación entre el material particulado sedimentable promedio ($Tn/Km^2/30$ días) y la humedad relativa media mensual.**

➤ **Formulación de la prueba de hipótesis.**

- Hipótesis nula (H_0): El material particulado sedimentable promedio no depende de la humedad relativa.
- Hipótesis alternativa (H_1): Existe correlación positiva entre cantidad de material particulado recolectado y humedad relativa.

Cuadro N° 19: Ordenamiento y diferencia de rangos del material particulado sedimentable y humedad relativa.

MESES DE MONITOREO	MATERIAL PARTICULADO SEDIMENTABLE ($Tn/Km^2/30$ días) X	HUMEDAD RELATIVA (%H°) Y	RX	RY	RX - RY di	di ²
Octubre	6.80	70.0	5	1	4	16
Noviembre	6.91	81.0	6	4	2	4
Diciembre	5.33	85.0	2	7	-5	25
Enero	12.61	75.0	7	2	5	25
Febrero	5.78	77.0	3	3	0	0
Marzo	5.30	84.0	1	6	-5	25
Abril	6.68	83.0	4	5	-1	1
					0	96

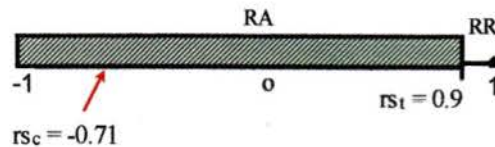
FUENTE: Elaboración propia.

➤ **Cálculo del coeficiente de Spearman.**

$$rs_c = 1 - \frac{6 \sum di^2}{n(n^2 - 1)}$$

$$rs_c = 1 - \frac{6 * 96}{7(7^2 - 1)} = -0.714$$

- **Contrastación de hipótesis:** Con n-2 grados de libertad y un nivel de significancia de $\alpha = 5\%$ resulta el coeficiente de correlación de Spearman, $rs_t = 0.9$.



Como el valor del rs_c está dentro de la región de aceptación (RA), por lo tanto se acepta H_0 .

⇒ **Correlación entre el material particulado sedimentable promedio ($Tn/Km^2/30$ días) y el promedio mensual de la velocidad del viento (m/s).**

➤ **Formulación de la prueba de hipótesis.**

- Hipótesis nula (H_0): El material particulado sedimentable promedio no depende de la velocidad del viento.
- Hipótesis alternativa (H_1): Existe correlación positiva entre cantidad de material particulado recolectado y velocidad del viento.

Cuadro N° 20: Ordenamiento y diferencia de rangos del material particulado sedimentable y velocidad del viento.

MESES DE MONITOREO	MATERIAL PARTICULADO SEDIMENTABLE (Tn/Km ² / 30 días) X	VELOCIDAD DEL VIENTO (m/s) Y	R _X	R _Y	R _X - R _Y d _i	d _i ²
Octubre	6.80	2.1	5	5	0	0
Noviembre	6.91	1.8	6	3	3	9
Diciembre	5.33	1.9	2	4	-2	4
Enero	12.61	2.7	7	7	0	0
Febrero	5.78	2.23	3	6	-3	9
Marzo	5.30	1.41	1	1	0	0
Abril	6.68	1.69	4	2	2	4
Σ					0	26

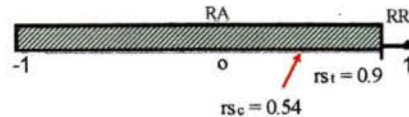
FUENTE: Elaboración propia.

➤ **Cálculo del coeficiente de Spearman**

$$rs_c = 1 - \frac{6 \sum d_i^2}{n(n^2 - 1)}$$

$$rs_c = 1 - \frac{6 * 26}{7(7^2 - 1)} = 0.54$$

➤ **Contrastación de hipótesis:** Con n-2 grados de libertad y un nivel de significancia de $\alpha = 5\%$ resulta el coeficiente de correlación de Sperman, $rs_t = 0.9$.

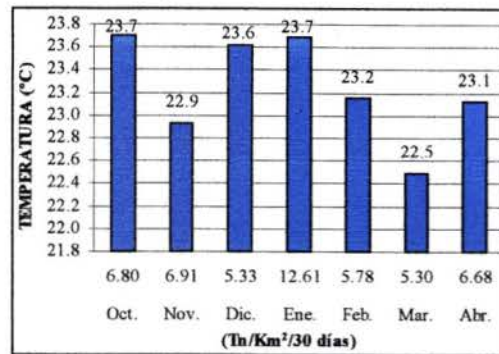


Como el valor del rs_c está dentro de la región de aceptación (RA), por lo tanto se acepta H_0 .

e) Influencia de factores metereológicos en la cantidad de material particulado sedimentable (Tn/km²/30 días).

Las partículas permanecen en la atmósfera de acuerdo a la influencia de ciertos factores metereológicos (CEPIS, 1999), como se muestra en los gráficos N° 07, 08, 09 y 10.

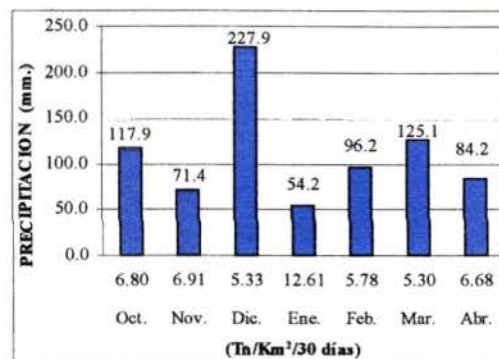
Gráfico N° 07: Temperatura media mensual (°C) Vs. material particulado sedimentable (Tn/km²/30 días) en la ciudad de Moyobamba 2003 - 2004.



FUENTE: Elaboración propia.

El gráfico N° 07 muestra la influencia indirecta de la temperatura media mensual (°C) en la cantidad de material particulado sedimentable recolectado.

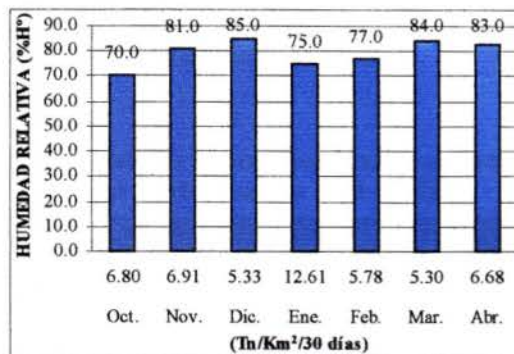
Gráfico N° 08: Precipitación media mensual (mm.) Vs. material particulado sedimentable (Tn/km²/30 días) en la ciudad de Moyobamba 2003 - 2004.



FUENTE: Elaboración propia.

El gráfico N° 08 muestra la influencia indirecta de la precipitación media mensual (mm.) en la cantidad de material particulado sedimentable recolectado.

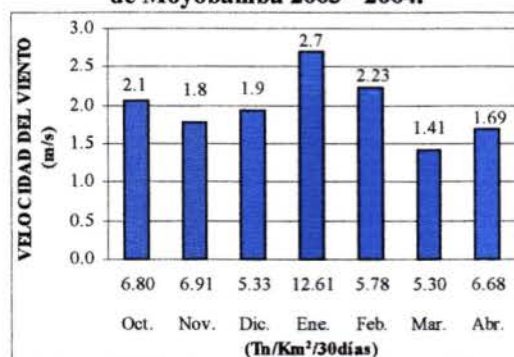
Gráfico N° 09: Humedad relativa media mensual (%H°) Vs. material particulado sedimentable (Tn/km²/30 días) en la ciudad de Moyobamba 2003 - 2004.



FUENTE: Elaboración propia.

El gráfico N° 09 muestra la influencia indirecta de la humedad relativa (%H°) en la cantidad de material particulado sedimentable recolectado.

Gráfico N° 10: Velocidad del viento media mensual (m/s) Vs. material particulado sedimentable (Tn/km²/30 días) en la ciudad de Moyobamba 2003 - 2004.



FUENTE: Elaboración propia.

El gráfico N° 10 muestra la influencia indirecta de la velocidad del viento (m/s) en la cantidad de material particulado sedimentable recolectado.

4.1.2 RESULTADOS DE ANÁLISIS DEL MATERIAL PARTICULADO SUSPENDIDO.

El peso, tamaño y caracterización en el sedimento del material particulado suspendido se aprecia en el cuadro N° 21.

Cuadro N° 21: Análisis del material particulado suspendido en la ciudad de Moyobamba 2003 - 2004.

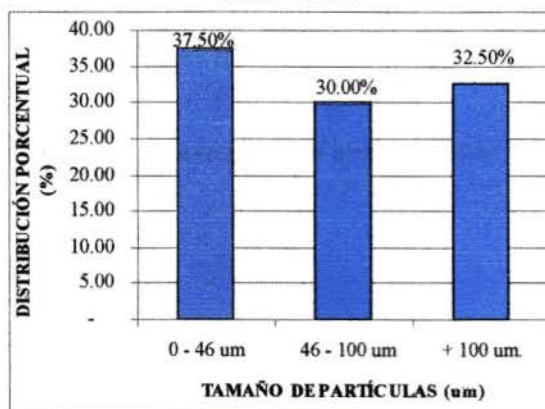
ESTACIÓN DE MONITOREO	PESO DE LAS PARTÍCULAS (gr./24 horas)	TAMAÑO DE PARTÍCULAS (%)			CARACTERIZACIÓN EN EL SEDIMENTO (%)		
		0 - 46 μ m	46-100 μ m	+ 100 μ m.	NO _x	SO _x	CO
D	0.0008	40	30	30	0.22	0.15	0.5
H	0.0012	35	30	35	0.18	0.2	0.8
PROMEDIO	0.0010	37.50	30.00	32.50	0.20	0.18	0.65

FUENTE: Elaboración propia

NOTA: 1000 μ m = 1mm.

El tamaño y caracterización del material particulado suspendido se representa en los siguientes gráficos:

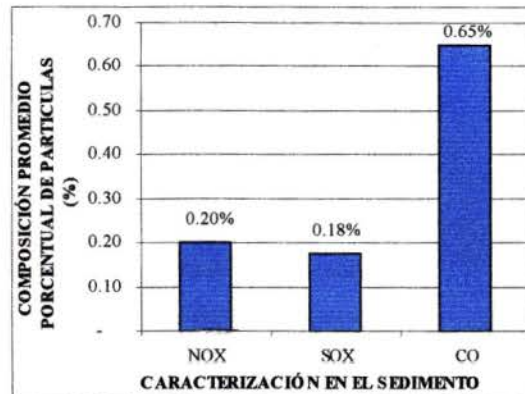
Gráfico N° 11: Distribución porcentual promedio del tamaño del material particulado suspendido en la ciudad de Moyobamba 2003 - 2004.



FUENTE: Elaboración propia.

La distribución promedio del tamaño del material particulado suspendido indica que las partículas con diámetro de 0 - 46 μ m., son las que más predominan con un 37.50% del total de las partículas suspendidas analizadas.

Gráfico N° 12: Distribución porcentual promedio de la caracterización del material particulado suspendido en la ciudad de Moyobamba 2003 - 2004.



FUENTE: Elaboración propia.

La distribución porcentual promedio de la caracterización del material particulado suspendido, indica que el carbón en sedimento representa mayor porcentaje con un 65% del total de la muestra, seguido por el nitrógeno 20% y el azufre 18%.

4.1.2.1 DETERMINACIÓN DEL CAUDAL DEL MATERIAL PARTICULADO SUSPENDIDO.

- Cálculo del volumen (V) del aire aspirado:

$$V = C \sqrt{2 \times gc \times Z \times \frac{Do}{De - Do}}$$

Donde:

$$\begin{aligned} C &= 0.95 & gc &= 9.81 & Z &= 0.2 \text{ cm.} \\ De &= 5 \text{ cm.} & Do &= 3 \text{ cm.} \end{aligned}$$

- Reemplazando la fórmula tenemos:

$$V = 0.95 \sqrt{2 \times 9.81 \times 0.002 \times \frac{0.03}{0.05 - 0.03}} = 0.23 \text{ m}^3 / 24 \text{ horas}$$

- **Cálculo del caudal (Q) del material particulado suspendido.**

$$Q = m \times V$$

- La masa del material particulado suspendido de las estaciones de monitoreo son:

Estación D = 0.80 mg.

Estación H = 1.20 mg.

- **Reemplazando la fórmula tenemos:**

- Para la estación de monitoreo D:

$$Q = 0.8 \text{ mg} \times 0.23 \text{ m}^3/24 \text{ horas}$$

$$Q = 0.184 \text{ mg.m}^3/24 \text{ horas}$$

- Para la estación de monitoreo H:

$$Q = 1.20 \text{ mg} \times 0.23 \text{ m}^3/24 \text{ horas}$$

$$Q = 0.276 \text{ mg.m}^3/24 \text{ horas}$$

4.2 IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS PRINCIPALES IMPACTOS DEL MATERIAL PARTICULADO EN LA SALUD DE LA POBLACIÓN DE LA CIUDAD DE MOYOBAMBA.

4.2.1 IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS QUE PRODUCE LAS FUENTES DE GENERACIÓN DE MATERIAL PARTICULADO.

Con la interacción de las fuentes de generación de material particulado y los componentes ambientales, se identificaron los impactos claves que ocasionan las diferentes fuentes de generación de material particulado en la salud conjuntamente con los demás factores ambientales. Luego se determinó mediante la evaluación los impactos principales y secundarios.

4.2.1.1 IDENTIFICACIÓN DE FUENTES DE GENERACIÓN DE MATERIAL PARTICULADO.

Las fuentes de generación de material particulado se muestran en el cuadro N° 22:

Cuadro N° 22: Fuentes de generación de material particulado en la ciudad de Moyobamba - 2005.

FUENTES DE GENERACIÓN DE MATERIAL PARTICULADO	CLASIFICACION
VÍAS DE CIRCULACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Vías pavimentadas ▪ Vías no pavimentadas
TRANSPORTE VEHICULAR	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Motocar ▪ Moto lineal ▪ Autos ▪ Combis ▪ Camionetas ▪ Vehículos mayores
ACTIVIDADES PRODUCTIVAS	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Panaderías ▪ Pollerías ▪ Anticucherías y salchipaperías ▪ Empresas procesadoras de café ▪ Piladoras de arroz ▪ Carpinterías y ebanistería
CONSTRUCCIONES CIVILES	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Construcción de viviendas ▪ Trabajos de mejoramiento de vías ▪ Demolición de viviendas de tapial ▪ Rompimiento, excavación y/o remoción de vías para instalación de servicios básicos.

FUENTE: *Elaboración propia*

4.2.1.2 IDENTIFICACIÓN DE FACTORES AMBIENTALES QUE SON AFECTADOS POR LAS FUENTES DE GENERACIÓN DE MATERIAL PARTICULADO.

Dentro de sus componentes de los factores ambientales, están los factores bióticos y abióticos, que son afectados por las fuentes de generación de material particulado.

La complejidad del entorno y su carácter de sistema, nos permitió disponer los factores relevantes, desagregado en cuatro

niveles, como subsistemas, medios, factores, subfactores, como se muestra en el cuadro N° 23.

Cuadro N° 23: Factores ambientales afectados por las fuentes de generación de material particulado en la ciudad de Moyobamba - 2005.

SUBSISTEMA	FACTORES AMBIENTALES
MEDIO ABIÓTICO	SUELO: - Composición Química.
	AGUA: - Cuerpos de agua.
	CLIMA: - Temperatura. - Humedad relativa. - Precipitación.
	AIRE : - Composición
MEDIO BIÓTICO	VEGETACIÓN : - Herbáceas. - Arbustivas. - Arbóreas.
	FAUNA : - Macrofauna.
MEDIO PERCEPTUAL	ESTÉTICA DE INTERES: - Fachadas de viviendas. - Estructura arquitectónica.
MEDIO SOCIO ECONÓMICO Y CULTURAL	GESTIÓN: - Nivel de organización. - Financiamiento. - Conflicto social.
	NIVEL DE VIDA: - Salud - Comercio.
MEDIO ECOLÓGICO	SISTEMAS: - Hábitat - Ecosistema.

FUENTE: Elaboración propia

MATRIZ N° 01				IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS QUE PRODUCE LAS FUENTES DE GENERACIÓN DE MATERIAL PARTICULADO DE LA CIUDAD DE MOYOBAMBA																			VULNERABILIDAD DE FACTORES AMBIENTALES		
IDENTIFICACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL				FUENTES DE GENERACIÓN DE MATERIAL PARTICULADO																					
				VÍA PÚBLICA DE CIRCULACIÓN		TRANSPORTE VEHICULAR				ACTIVIDADES PRODUCTIVAS						CONSTRUCCIONES CIVILES									
EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL (CAUSA - EFECTO)				PAVIMENTADAS	NO PAVIMENTADAS	MOTOCAR	MOTO LINEAL	AUTOS	COMBIS	CAMIONETAS	VEHICULOS MAYORES	PANADERÍAS	POLLERÍAS	ANTICUCHERÍA Y SALCHIPAPERÍA	EMPRESAS PROCESADORAS DE CAFÉ	PILADORAS DE ARROZ	CARPINTERÍAS Y EVANESTERÍA	CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS	TRABAJOS DE MEJORAMIENTO DE VÍAS	DEMOLICIÓN DE VIVIENDAS DE TAPIAL	ROMPIMIENTO, EXCAVACION Y/O REMOSION DE VÍAS PARA INSTALACION DE SERVICIOS BASICOS	PARCIAL	SUB- TOTAL	TOTAL	
IDENTIFICACIÓN DE 298 INCIDENCIAS SOBRE 342 UNIDADES DE IMPACTO AMBIENTAL.																									
Oferta Ambiental																									
FACTORES AMBIENTALES	ABIOTICO	SUELO	Composición Química	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	18	18		
		AGUA	Cuerpos de agua	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	14	14		
		CLIMA	Temperatura	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13			
			Humedad relativa precipitación	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	8	28		
		AIRE	Composición	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	7			
	BIOTICO	VEGETACIÓN	Herbácea	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	18	18		
			Arbustiva	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	18	54		
			Arbóreas	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	18			
		FAUNA	Macrofauna	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	18	18		
	PERCEPTUAL	ESTETICA DE INTERÉS	Fachadas de viviendas	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	18			
			Estructura arquitectónica	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	18	36		
	SOCIOECONÓMICOS Y CULTURAL	GESTIÓN	Nivel Organización	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	17			
			Financiamiento	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	16	50		
			Conflicto social	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	17			
		NIVEL DE VIDA	Salud	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	18			
			Comercio	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12	30		
	ECOLÓGICO	SISTEMAS	Hábitat			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	14			
			Ecosistema	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	18	32		
EFFECTIVIDAD DE ACCIONES PREVENTIVAS Y DE CONTROL				PARCIAL		17	18	19	19	19	1	19	19	16	15	15	16	16	15	12	15	14	15		
				SUB TOTAL		35				96				93				56				298			
				TOTAL																					

FUENTE: Elaboración propia.

MATRIZ N° 02				IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS QUE PRODUCE LAS FUENTES DE GENERACIÓN DE MATERIAL PARTICULADO DE LA CIUDAD DE MOYOBAMBA																				VULNERABILIDAD DE FACTORES AMBIENTALES		
VALORACIÓN CUALITATIVA DEL IMPACTO				FUENTES DE GENERACIÓN DE MATERIAL PARTICULADO																						
				VÍA PÚBLICA DE CIRCULACIÓN		TRANSPORTE VEHICULAR				ACTIVIDADES PRODUCTIVAS				CONSTRUCCIONES CIVILES												
EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL (CAUSA - EFECTO)				VIAS PAVIMENTADAS	VIAS NO PAVIMENTADAS	MOTOCAR	MOTO LINEAL	AUTOS	COMBIS	CAMIONETAS	VEHICULOS MAYORES	PANADERÍAS	POLLERÍAS	ANTICUCHERIA Y SALCHIPAPERIA	EMPRESAS PROCESADORAS DE CAFÉ	PILADORAS DE ARROZ	CARPINTERÍAS Y EVANESTERÍA	CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS	TRABAJO DE MEJORAMIENTO DE VIAS	DEMOLICIÓN DE VIVIENDAS DE TAPIAL	ROMPIMIENTO, EXCAVACIÓN Y/O REMOSIÓN DE VIAS PARA INSTALACION DE SERVICIOS BASICOS	PARCIAL	SUB- TOTAL	TOTAL		
IDENTIFICACIÓN DE 298 INCIDENCIAS SOBRE 342 UNIDADES DE IMPACTO AMBIENTAL.																										
Oferta Ambiental																										
FACTORES AMBIENTALES	ABIOTICO	SUELO	Composición Química	R	IA	IA	IA	IA	IA	IA	IA	IA	IA	IA	IA	IA	IA	IA	IA	IA	IA	IA	IA	IA		
		AGUA	Superficial	IA	IM	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R						R	R	
		CLIMA	Temperatura	R	IA	IA	IA	IA	IA	IA	IA	IA	IA	IA	IA	IA	IA	IA							IA	
			Humedad relativa precipitación	R	IA	IA	IA	IA	IA	IA	IA														IA	
	BIOTICO	AIRE	Composición	IM	IB	IB	IB	IB	IB	IB	IM	IM	IM	IM	IM	IM	IM	IM	IM	IM	IM	IM	IM	IM	IM	
		VEGETACIÓN	Herbáceas	R	IA	IA	IA	IA	IA	IA	IA	IA	IM	IM	IM	IM	IM	IM	IM	IM	IM	IM	IM	IM	IM	
			Arbustiva	IM	IA	IA	IA	IA	IA	IA	IA	IM	IM	IM	IM	IM	IM	IM	IM	IM	IM	IM	IM	IM	IA	
		FAUNA	Arbóreas	IA	IM	IM	IM	IM	IM	IA	IA	IA	IA	IA	IA	IA	IA	IA	IA	IA	IA	IA	IA	IA	IA	
	Macrofauna		R	IM	IA	IA	IA	IA	IA	IA	IA	IA	IA	IA	IA	IA	IA	IA	IA	IA	IA	IA	IA	IA		
	PERCEPTUAL	ESTETICA DE INTERÉS	Fachadas de viviendas	IA	IM	IM	IM	IM	IM	IM	IM	IM	IA	IA	IA	IA	IA	IA	R	IA	IA	IA	IA	IA	IA	
			Estructura arquitectonica	IA	IM	IM	IM	IM	IM	IM	IM	IA	IA	IA	IA	IA	IA	IA	IA	IA	IA	IA	IA	IM	IA	
		GESTIÓN	Nivel Organización	OB	R	R	OB	OB	OB	OB	OB	OB	OB	OB	OB	OB	OB	OB	OB		OB	OB	OB	OB	OB	
			Financiamiento	OB	R	OB	OB	OB	OB	OB	OB	OB	OB	OB	OB	OB	OB	OB	OB		OB		OB	OB	OB	OB
	SOCIOECONÓMICOS Y CULTURAL	NIVEL DE VIDA	Conflicto social	IA	IM	IA	IA	IA	IA	IA	IA	IA	R	R	R	R	R	R		R	R	R	R	R	R	
			Salud	IM	IB	IB	IB	IB	IB	IB	IM	IM	IM	IB	IB	IB	IB	IB	IB	IB	IB	IB	IB	IB	IB	
		SISTEMAS	Comercio	R	IM	R	R	R	R	R	R								R	R	R	R	R	R	R	
Habitat					IM	IM	IM	IM	IM	IM	IM	R				IA	IA	IA	R	R	R	R	R	IM		
ECOLÓGICO		Ecosistema	IM	IM	IM	IM	IM	IM	IM	IM	IM	R	IA	R	IA	IA	IA	R	R	R	R	R	R	IM		
		PARCIAL	IA	IM	IM	IM	IM	IM	IM	IA	IA	IA	IA	IA	IA	IA	IA	IA	IA	IA	IA	IA	IA	IA		
	EFFECTIVIDAD DE ACCIONES PREVENTIVAS Y DE CONTROL	SUB TOTAL	IA		IA				IA						IA						IA					
		TOTAL																								

FUENTE: Matriz N° 01.

MO : Muy Optimo

OB : Optimo Bajo

IM : Irregular Medio

OA : Optimo Alto

R : Regular

IB : Irregular Bajo

OM : Optimo Medio

IA : Irregular Alto

MI : Muy Irregular

MATRIZ N° 03				IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS QUE PRODUCE LAS FUENTES DE GENERACIÓN DE MATERIAL PARTICULADO DE LA CIUDAD DE MOYOBAMBA																		VULNERABILIDAD DE FACTORES AMBIENTALES			
VALORACIÓN CUANTITATIVA DEL IMPACTO				FUENTES DE GENERACIÓN DE MATERIAL PARTICULADO																					
				VÍA PÚBLICA DE CIRCULACIÓN		TRANSPORTE VEHICULAR						ACTIVIDADES PRODUCTIVAS				CONSTRUCCIONES CIVILES									
EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL (CAUSA - EFECTO)				VIAS PAVIMENTADAS	VIAS NO PAVIMENTADAS	MOTOCAR	MOTO LINEAL	AUTOS	COMBIS	CAMIONETAS	VEHICULOS MAYORES	PANADERÍAS	POLLERÍAS	ANTICUCHERIA Y SALCHIPAPERÍA	EMPRESAS PROCESADORAS DE CAFÉ	PILADORAS DE ARROZ	CARPINTERÍAS Y EVANESTERÍA	CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS	TRABAJOS DE MEJORAMIENTO DE VIAS	DEMOLICIÓN DE VIVIENDAS DE TAPIAL	ROMPIMIENTO, EXCAVACION Y/O REMOSION DE VIAS PARA INSTALACION DE SERVICIOS BASICOS	PARCIAL	SUB- TOTAL	TOTAL	
IDENTIFICACIÓN DE 298 INCIDENCIAS SOBRE 342 UNIDADES DE IMPACTO AMBIENTAL.																									
Oferta Ambiental				Demanda Ambiental																					
FACTORES AMBIENTALES	ABIOTICO	SUELO	Composición Química	0.5	0.375	0.25	0.375	0.375	0.25	0.375	0.375	0.375	0.375	0.375	0.375	0.375	0.375	0.375	0.375	0.375	0.375	0.375	0.368	0.3681	0.381
		AGUA	Superficial	0.375	0.25	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.473	0.4732	
		CLIMA	Temperatura	0.5	0.375	0.375	0.375	0.375	0.375	0.375	0.375	0.375	0.5	0.375	0.5	0.375	0.375							0.404	
			Humedad relativa precipitación	0.5	0.375	0.375	0.375	0.375	0.375	0.375	0.375	0.375				0.375	0.375							0.391	
	BIOTICO	AIRE	Composición	0.25	0.125	0.125	0.125	0.125	0.125	0.125	0.125	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.375	0.375	0.375	0.375	0.229	0.229	
			Herbácea	0.5	0.375	0.375	0.375	0.375	0.375	0.375	0.375	0.375	0.375	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.319		
		VEGETACIÓN	Arbustiva	0.25	0.375	0.375	0.375	0.375	0.375	0.375	0.375	0.375	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.299		
			Arbóreas	0.375	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.375	0.375	0.375	0.375	0.375	0.375	0.375	0.375	0.375	0.375	0.375	0.375	0.375	0.340		
	PERCEPTUAL	FAUNA	Macrofauna	0.5	0.25	0.375	0.375	0.375	0.375	0.375	0.375	0.375	0.375	0.375	0.375	0.375	0.375	0.375	0.375	0.375	0.375	0.375	0.375	0.375	
			Estética de Interés	0.375	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.375	0.375	0.375	0.375	0.375	0.5	0.375	0.375	0.375	0.375	0.375	0.333		
		ESTÉTICA DE INTERÉS	Estructura arquitectonica	0.375	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.375	0.375	0.375	0.375	0.375	0.375	0.375	0.375	0.375	0.375	0.375	0.326		
			Nivel Organización	0.625	0.5	0.5	0.625	0.625	0.625	0.625	0.625	0.625	0.625	0.625	0.625	0.625	0.625	0.625	0.625	0.625	0.625	0.625	0.610		
	SOCIO-ECONÓMICOS Y CULTURAL	GESTIÓN	Financiamiento	0.625	0.5	0.625	0.625	0.625	0.625	0.625	0.625	0.625	0.625	0.625	0.625	0.625	0.625	0.625	0.625	0.625	0.625	0.617			
			Conflicto social	0.375	0.25	0.375	0.375	0.375	0.375	0.375	0.375	0.375	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.434		
		NIVEL DE VIDA	Salud	0.25	0.125	0.125	0.125	0.125	0.125	0.125	0.125	0.125	0.25	0.25	0.25	0.125	0.125	0.125	0.375	0.375	0.25	0.375	0.201		
			Comercio	0.5	0.25	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5							0.375	0.375	0.5	0.5	0.479		
	ECOLÓGICO	SISTEMAS	Habitat			0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.5				0.375	0.375	0.375	0.5	0.5	0.5	0.366		
			Ecosistema	0.25	0.25	0.25	0.375	0.375	0.375	0.375	0.375	0.375	0.5	0.375	0.5	0.375	0.375	0.375	0.5	0.5	0.5	0.5	0.396		
	EFFECTIVIDAD DE ACCIONES PREVENTIVAS Y DE CONTROL				PARCIAL	0.419	0.306	0.3421	0.3618	0.3553	0.3684	0.3684	0.4219	0.3917	0.4083	0.3828	0.3828	0.3917	0.3854	0.425	0.4018	0.425	0.381		
					SUB TOTAL	0.361				0.360						0.397				0.411					
				TOTAL										0.381											

FUENTE: Matriz N° 02

4	→	NÚMERO DE INCIDENCIAS
4	→	NÚMERO TOTAL DE UIA

MATRIZ N° 04			Demanda Ambiental	IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS QUE PRODUCE LAS FUENTES DE GENERACIÓN DE MATERIAL PARTICULADO DE LA CIUDAD DE MOYOBAMBA				VULNERABILIDAD
VULNERABILIDAD DE LOS FACTORES AMBIENTALES				FUENTES DE GENERACIÓN DE MATERIAL PARTICULADO				
EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL (CAUSA - EFECTO) NUMERO DE FUENTES SOBRE UNIDADES DE IMPACTOS (UIA)				VÍA PÚBLICA DE CIRCULACIÓN	TRANSPORTE VEHICULAR	ACTIVIDADES PRODUCTIVAS	CONSTRUCCIONES CIVILES	
Oferta ambiental								
FACTORES AMBIENTALES	ABIOTICO	SUELO	(1)*	2	6	6	4	18
				2	6	6	4	18
		AGUA	(1)*	2	6	6	0	14
				2	6	6	4	18
		CLIMA	(3)*	5	18	5	0	28
	BIOTICO			6	18	18	12	54
		AIRE	(1)*	2	6	6	4	18
				2	6	6	4	18
		VEGETACIÓN	(1)*	6	18	18	12	54
				6	18	18	12	54
	PERCEPTUAL	FAUNA	(1)*	2	6	6	4	18
				2	6	6	4	18
		ESTETICA DE INTERÉS	(2)*	4	12	12	8	36
	SOCIOECONÓMICOS Y CULTURAL			4	12	12	8	36
		GESTIÓN	(3)*	6	18	18	8	50
				6	18	18	12	54
		NIVEL DE VIDA	(2)*	4	12	6	8	30
			4	12	12	8	36	
ECOLÓGICOS	SISTEMAS	(2)*	2	12	10	8	32	
			2	13	12	9	36	
EFECTIVIDAD DE ACCIONES PREVENTIVAS Y DE CONTROL		SUB TOTAL	35	114	93	56	298	
		TOTAL	36	115	114	77		342

FUENTE: Matriz N° 01

MATRIZ N° 05			Demanda Ambiental	IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS QUE PRODUCE LAS FUENTES DE GENERACIÓN DE MATERIAL PARTICULADO DE LA CIUDAD DE MOYOBAMBA				INDICE DE VULNERABILIDAD POR COMPONENTE
INDICE DE CALIDAD AMBIENTAL				FUENTES DE GENERACIÓN DE MATERIAL PARTICULADO				
EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL (CAUSA - EFECTO) NUMERO DE FUENTES SOBRE UNIDADES DE IMPACTOS (UIA)				VÍA PÚBLICA DE CIRCULACIÓN	TRANSPORTE VEHICULAR	ACTIVIDADES PRODUCTIVAS	CONSTRUCCIONES CIVILES	
Oferta ambiental								
			(2)*	(6)*	(6)*	(4)*		
FACTORES AMBIENTALES	ABIOTICO	SUELO (1)*	1.00	1.000	1.00	1.00	1.00	
		AGUA (1)*	1.00	1.00	1.00	0.00	0.78	
		CLIMA (3)*	0.83	1.00	0.28	0.00	0.52	
		AIRE (1)*	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
	BIOTICO	VEGETACIÓN (1)*	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
		FAUNA (1)*	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
	PERCEPTUAL	ESTETICA DE INTERÉS (2)*	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
	SOCIOECONÓMICOS Y CULTURAL	GESTIÓN (3)*	1.00	1.00	1.00	0.67	0.93	
		NIVEL DE VIDA (2)*	1.00	1.00	0.50	1.00	0.83	
ECOLÓGICO	SISTEMAS (2)*	1.00	0.92	0.83	0.89	0.89		
INDICE DE CALIDAD AMBIENTAL		SUB TOTAL	0.97	0.99	0.82	0.82	0.871	
		TOTAL	0.871					

FUENTE: Matriz N° 04

MATRIZ N° 06			Demanda Ambiental	IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS QUE PRODUCE LAS FUENTES DE GENERACIÓN DE MATERIAL PARTICULADO DE LA CIUDAD DE MOYOBAMBA				NIVEL ESCALAR OPTIMO POR COMPONENTE
NIVELES ESCALARES OPTIMOS DE CALIDAD AMBIENTAL				FUENTES DE GENERACIÓN DE MATERIAL PARTICULADO				
EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL (CAUSA - EFECTO) NUMERO DE FUENTES SOBRE UNIDADES DE IMPACTOS (UIA)				VÍA PÚBLICA DE CIRCULACIÓN	TRANSPORTE VEHICULAR	ACTIVIDADES PRODUCTIVAS	CONSTRUCCIONES CIVILES	
Oferta ambiental								
			(2)*	(6)*	(6)*	(4)*		
FACTORES AMBIENTALES	ABIOTICO	SUELO (1)*	2.00	6.000	6.00	4.00	18.00	
		AGUA (1)*	2.00	6.00	6.00	0.00	10.89	
		CLIMA (3)*	4.17	18.00	1.39	0.00	14.52	
		AIRE (1)*	2.00	6.00	6.00	4.00	18.00	
	BIOTICO	VEGETACIÓN (1)*	6.00	18.00	18.00	12.00	54.00	
		FAUNA (1)*	2.00	6.00	6.00	4.00	18.00	
	PERCEPTUAL	ESTETICA DE INTERÉS (2)*	4.00	12.00	12.00	8.00	36.00	
	SOCIOECONÓMICOS Y CULTURAL	GESTIÓN (3)*	6.00	18.00	18.00	5.33	46.30	
		NIVEL DE VIDA (2)*	4.00	12.00	3.00	8.00	25.00	
ECOLÓGICO	SISTEMAS (2)*	2.00	11.08	8.33	7.11	28.44		
NIVELES ESCALARES OPTIMOS DE CALIDAD AMBIENTAL		SUB TOTAL	34.03	113.01	75.87	45.68	259.661	
		TOTAL	259.661					

FUENTE: Matriz N° 04 y 05

MATRIZ N° 07			Demanda Ambiental	IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS QUE PRODUCE LAS FUENTES DE GENERACIÓN DE MATERIAL PARTICULADO DE LA CIUDAD DE MOYOBAMBA				VULNERABILIDAD DE FACTORES AMBIENTALES	
NIVELES ESCALARES OPTIMOS DE CALIDAD AMBIENTAL VALORADO				FUENTES DE GENERACIÓN DE MATERIAL PARTICULADO					
EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL (CAUSA - EFECTO) NUMERO DE FUENTES SOBRE UNIDADES DE IMPACTOS (UIA)				VÍA PÚBLICA DE CIRCULACIÓN	TRANSPORTE VEHICULAR	ACTIVIDADES PRODUCTIVAS	CONSTRUCCIONES CIVILES	SUB TOTAL	TOTAL
Oferta ambiental									
			(2)*	(6)*	(6)*	(4)*			
FACTORES AMBIENTALES	ABIOTICO	SUELO (1)*	0.88	2.00	2.25	1.50	6.63	113.50	
		AGUA (1)*	0.63	3.00	3.00	0.00	6.63		
		CLIMA (3)*	2.13	6.75	2.13	0.00	11.00		
		AIRE (1)*	0.38	0.75	1.50	1.50	4.13		
	BIOTICO	VEGETACIÓN (1)*	2.13	6.25	5.38	3.50	17.25		
		FAUNA (1)*	0.75	2.25	2.25	1.50	6.75		
	PERCEPTUAL	ESTETICA DE INTERÉS (2)*	1.25	3.00	4.63	3.00	11.88		
	SOCIOECONÓMICOS Y CULTURAL	GESTIÓN (3)*	2.88	9.63	10.50	4.63	27.63		
		NIVEL DE VIDA (2)*	1.13	3.75	1.13	3.38	9.38		
	ECOLÓGICO	SISTEMAS (2)*	0.50	3.63	4.13	4.00	12.25		
EFECTIVIDAD DE ACCIONES PREVENTIVAS Y DE CONTROL		SUB TOTAL	12.63	41.00	36.88	23.00	113.500		
		TOTAL	113.500						

FUENTE: Matriz N° 03

0.875	44	%	3	7
				NIVEL DE CALIDAD AMBIENTAL
				PRIORIDAD HORIZONTAL
				PRIORIDAD VERTICAL
				NIVEL DE CALIDAD RELATIVA

MATRIZ N° 08				Demanda Ambiental	IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS QUE PRODUCE LAS FUENTES DE GENERACIÓN DE MATERIAL PARTICULADO DE LA CIUDAD DE MOYOBAMBA																INDICE DE VULNERABILIDAD	GRADO DE IMPORTANCIA POR COMPONENTE					
NIVEL DE CALIDAD AMBIENTAL					FUENTES DE GENERACIÓN DE MATERIAL PARTICULADO																						
EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL (CAUSA - EFECTO) NUMERO DE FUENTES SOBRE UNIDADES DE IMPACTOS (UIA)					VÍA PÚBLICA DE CIRCULACIÓN				TRANSPORTE VEHICULAR				ACTIVIDADES PRODUCTIVAS				CONSTRUCCIONES CIVILES										
Oferta Ambiental					(2)*				(6)*				(6)*				(4)*										
FACTORES AMBIENTALES	ABIOTICO	SUELO	(1)*	0.875	44	%	3	7	2.000	33	%	1	5	2.250	38	%	2	4	1.500	38	%	2	3	6.625	37	%	5
		AGUA	(1)*	0.625	31	%	2	3	3.000	50	%	3	8	3.000	50	%	3	7	0.000	0	%	1	1	5.153	47	%	8
		CLIMA	(3)*	1.771	43	%	3	6	6.750	38	%	2	7	0.833	60	%	4	9	0.000	0	%	1	1	5.704	39	%	7
		AIRE	(1)*	0.375	19	%	2	1	0.750	13	%	1	1	1.500	25	%	3	2	1.500	38	%	4	3	4.125	23	%	1
	BIOTICO	VEGETACIÓN	(3)*	2.125	35	%	3	4	6.250	35	%	3	6	5.375	30	%	2	3	3.500	29	%	1	2	17.250	32	%	3
		FAUNA	(1)*	0.750	38	%	1	5	2.250	38	%	1	7	2.250	38	%	1	4	1.500	38	%	1	3	6.750	38	%	6
	PERCEPTUAL	ESTETICA DE INTERÉS	(2)*	1.250	31	%	2	3	3.000	25	%	1	2	4.625	39	%	4	5	3.000	38	%	3	3	11.875	33	%	4
	SOCIOECONÓMICOS Y CULTURAL	GESTIÓN	(3)*	2.875	48	%	1	8	9.625	53	%	2	9	10.500	58	%	3	8	3.083	58	%	3	6	25.579	55	%	9
		NIVEL DE VIDA	(2)*	1.125	28	%	2	3	3.750	31	%	3	4	0.563	3	%	1	1	3.375	42	%	4	4	7.813	31	%	2
	ECOLÓGICO	SISTEMAS	(2)*	0.500	25	%	1	2	3.346	30	%	2	3	3.438	41	%	3	6	3.556	50	%	4	5	10.889	38	%	6
NIVEL DE CALIDAD AMBIENTAL		SUB TOTAL		12.27	36	%	1		40.64	36	%	1		30.08	40	%	2		18.76	41	%	3					
		TOTAL							98.898					38	%				98.898					38	%		

FUENTE: Matriz N° 05, 06 y 07

MATRIZ N° 09			Demanda Ambiental	IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS QUE PRODUCE LAS FUENTES DE GENERACIÓN DE MATERIAL PARTICULADO DE LA CIUDAD DE MOYOBAMBA				VULNERABILIDAD DE FACTORES AMBIENTALES	
VALORACIÓN ESCALAR CUANTITATIVA DE CALIDAD AMBIENTAL									
EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL (CAUSA - EFECTO) NUMERO DE FUENTES SOBRE UNIDADES DE IMPACTOS (UIA)				FUENTES DE GENERACIÓN DE MATERIAL PARTICULADO				SUB TOTAL	TOTAL
Oferta ambiental				VÍA PÚBLICA DE CIRCULACIÓN	TRANSPORTE VEHICULAR	ACTIVIDADES PRODUCTIVAS	CONSTRUCCIONES CIVILES		
				(2)*	(6)*	(6)*	(4)*		
FACTORES AMBIENTALES	ABIOTICO	SUELO	(1)*	0.438	0.333	0.375	0.375	0.368	0.381
		AGUA	(1)*	0.313	0.500	0.500	-	0.473	
		CLIMA	(3)*	0.425	0.375	0.425	-	0.393	
		AIRE	(1)*	0.188	0.125	0.250	0.375	0.229	
	BIOTICO	VEGETACIÓN	(1)*	0.354	0.347	0.299	0.292	0.319	
		FAUNA	(1)*	0.375	0.375	0.375	0.375	0.375	
	PERCEPTUAL	ESTETICA DE INTERÉS	(2)*	0.313	0.250	0.385	0.375	0.330	
	SOCIOECONÓMICOS Y CULTURAL	GESTIÓN	(3)*	0.479	0.535	0.583	0.575	0.553	
		NIVEL DE VIDA	(2)*	0.281	0.313	0.188	0.417	0.313	
	ECOLÓGICO	SISTEMAS	(2)*	0.250	0.302	0.413	0.500	0.250	
EFECTIVIDAD DE ACCIONES PREVENTIVAS Y DE CONTROL		SUB TOTAL		0.362	0.360	0.397	0.404	0.381	
		TOTAL		0.381					

FUENTE: Matriz N° 03

MATRIZ N° 10			Demanda Ambiental	IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS QUE PRODUCE LAS FUENTES DE GENERACIÓN DE MATERIAL PARTICULADO DE LA CIUDAD DE MOYOBAMBA				VULNERABILIDAD DE FACTORES AMBIENTALES	
VALORACIÓN ESCALAR CUALITATIVA DE CALIDAD AMBIENTAL									
EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL (CAUSA - EFECTO)				FUENTES DE GENERACIÓN DE MATERIAL PARTICULADO				SUB TOTAL	TOTAL
NUMERO DE FUENTES SOBRE UNIDADES DE IMPACTOS (UIA)				VÍA PÚBLICA DE CIRCULACIÓN	TRANSPORTE VEHICULAR	ACTIVIDADES PRODUCTIVAS	CONSTRUCCIONES CIVILES		
Oferta ambiental									
FACTORES AMBIENTALES	ABIOTICO	SUELO	(1)*	R	IA	IA	IA	IA	IA
		AGUA	(1)*	IA	R	R	-	R	
		CLIMA	(3)*	R	IA	R	-	R	
		AIRE	(1)*	IM	IB	IM	IA	IM	
	BIOTICO	VEGETACIÓN	(1)*	IA	IA	IM	IM	IA	
		FAUNA	(1)*	IA	IA	IA	IA	IA	
	PERCEPTUAL	ESTÉTICA DE INTERÉS	(2)*	IA	IM	IA	IA	IA	
	SOCIOECONÓMICOS Y CULTURAL	GESTIÓN	(3)*	R	R	OB	OB	R	
		NIVEL DE VIDA	(2)*	IM	IA	IM	IA	IA	
	ECOLÓGICO	SISTEMAS	(2)*	IM	IM	IA	R	IM	
EFECTIVIDAD DE ACCIONES PREVENTIVAS Y DE CONTROL		SUB TOTAL		IA	IA	IA	IA	IA	
		TOTAL		IA					

FUENTE: Matriz N° 09

Cuadro N° 24: Prioridad por Factores Ambientales.

FACTORES AMBIENTALES	PRIORIDAD	
AIRE	23%	1
NIVEL DE VIDA	31%	2
VEGETACIÓN	32%	3
ESTÉTICA DE INTERÉS	33%	4
SUELO	37%	5
FAUNA	38%	6
SISTEMAS	38%	6
CLIMA	39%	7
AGUA	47%	8
GESTIÓN	55%	9

FUENTE: Elaboración propia.

Cuadro N° 25: Prioridad de fuentes de generación de material particulado.

FUENTES DE GENERACIÓN DE MATERIAL PARTICULADO	PRIORIDAD	
VÍAS DE CIRCULACIÓN	36%	1
TRANSPORTE URBANO	36%	1
ACTIVIDADES PRODUCTIVAS	40%	2
CONSTRUCCIONES CIVILES	41%	3

FUENTE: Elaboración propia.



MATRIZ N° 11			Demanda Ambiental	IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS QUE PRODUCE LAS FUENTES DE GENERACIÓN DE MATERIAL PARTICULADO DE LA CIUDAD DE MOYOBAMBA			
VALORACIÓN PROMEDIO PORCENTUAL				FUENTES DE GENERACIÓN DE MATERIAL PARTICULADO			
EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL (CAUSA - EFECTO) NÚMERO DE FUENTES SOBRE UNIDADES DE IMPACTOS (UIA)				VÍA PÚBLICA DE CIRCULACIÓN	TRANSPORTE VEHICULAR	ACTIVIDADES PRODUCTIVAS	CONSTRUCCIONES CIVILES
Oferta ambiental							
FACTORES AMBIENTALES	ABIÓTICO	SUELO	(2)*	RESULTADOS QUE SE OBTUVO DE LA MATRIZ N° 09			
		AGUA	(2)*	ÓPTIMO BAJO (OB)	2	5 %	5
		CLIMA	(3)*	REGULAR (R)	8	21 %	21
		AIRE	(2)*	IRREGULAR ALTO (IA)	18	47 %	74
				IRREGULAR MEDIO (IM)	9	24 %	
	BIÓTICO	VEGETACIÓN	(3)*	IRREGULAR BAJO (IB)	1	3 %	
		FAUNA	(2)*	Σ SUMATORIA	38	100 %	
	PERCEPTUAL	ESTETICA DE INTERÉS	(2)*	Tenemos un 5 % en lo que se refiere a impactos positivos, 21 % regular (+ / -) y un 74 % en impactos negativos. No se encuentran impactos: MO - OA -OM No se encuentran impactos: MI			
	SOCIOECONÓMICOS Y CULTURAL	GESTIÓN	(3)*	La interrelación entre fuentes y factores ambientales da Irregular Alto (IA)			
		NIVEL DE VIDA	(3)*	CONCLUSION:			
ECOLÓGICOS	SISTEMAS	(4)*	Las fuentes de generación de material particulado estan ocasionando impactos negativos en los factores ambientales evaluados.				

FUENTE: Matriz N° 10

4.2.2 REALIZACIÓN DE ENCUESTAS A LA POBLACIÓN DE LA CIUDAD DE MOYOBAMBA.

Con las encuestas realizadas se determinó, que la población total está conciente que la contaminación del aire por material particulado causa impacto negativo en la salud. Los resultados de la encuesta se muestran en el cuadro N° 26.

Cuadro N° 26: Resultado de la encuesta de opinión pública en la ciudad de Moyobamba - 2004.

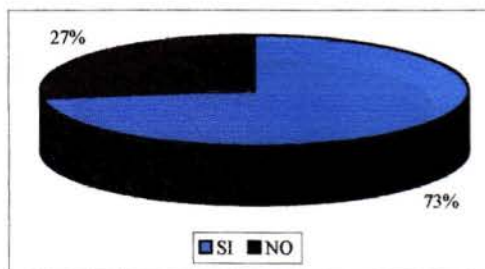
CUESTIONARIO	RESPUESTAS		TOTAL		OPINIONES
	N°	%	N°	%	
1. Sabe Ud. ¿Qué es aire contaminado? a) SI b) NO	395 148	72.74 27.26	543	100	* Emanación de sustancias dañinas. * Aire sucio * Afectan a la salud
2. ¿Qué actividades conoce Ud. que causa contaminación al aire? a) Automotriz b) Industriales c) Otros	524 14 5	96.50 2.58 0.92	543	100	
3. ¿Le causa molestia el polvo removido por la circulación vehicular? a) SI b) NO	417 126	76.80 23.20	543	100	* Respiratorias * Irritación de los ojos
4. ¿Ud. cree que su salud depende de la calidad del aire? a) SI b) NO	433 110	79.74 20.26	543	100	* Los niños por estar en constante desarrollo son más sensibles.
5. ¿Cuál es la enfermedad que padece Ud. con mayor frecuencia? a) Respiratorias b) Cardiovasculares c) Irritaciones d) Agravamiento en caso de asma	483 5 20 35	88.95 0.92 3.68 6.45	543	100	
6. ¿Ud. piensa que las enfermedades respiratorias es producto del polvo? a) SI b) NO	444 99	81.77 18.23	543	100	
7. ¿Quién cree Ud.? ¿Qué es más afectado por el polvo? a) Niños b) Adultos c) Ancianos d) Mujeres gestantes	219 92 129 103	40.33 16.94 23.76 18.97	543	100	
8. ¿Qué acciones inmediatas realizaría la municipalidad para velar por un aire limpio?					* Para disminuir el levantamiento de polvo.

a) Barrido de calles pavimentadas	140	25.78	543		
b) Riego de calles sin pavimento	53	9.76		100	
c) Pavimentación de calles	313	57.64			
d) Inspección de vehículos motorizados	25	4.60			
E) Otros	12	2.21			
9. ¿Cree Ud. que los alimentos vendidos en puestos ambulatorios son contaminados con el polvo?					
a) SI	386	71.09			
b) NO	157	28.91	543	100	
10. ¿Qué acción inmediata Ud. recomendaría a los vendedores ambulantes para proteger del polvo a los alimentos que venden?					
a) Tapar los alimentos	375	69.06			
b) Limpiar y remojar las calles antes de vender	75	13.81	543	100	
c) Higiene en la manipulación de alimentos.	93	17.13			
11. ¿Cree Ud. que es necesario que se realice inspección sanitaria a los alimentos vendidos en los puestos ambulatorios?					
a) SI	392	72.19			
b) NO	151	27.81	543	100	

FUENTE: Elaboración propia.

**Representación gráfica de la distribución porcentual de los
resultados de la encuesta de opinión pública en la ciudad de
Moyobamba - 2004.**

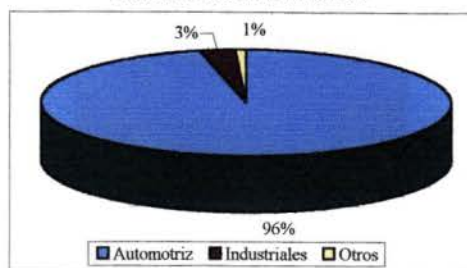
Gráfico N° 13: Sabe Ud. ¿Qué es aire contaminado?



FUENTE: Elaboración propia.

El 73% de la población encuestada, tienen conocimiento de lo que significa aire contaminado.

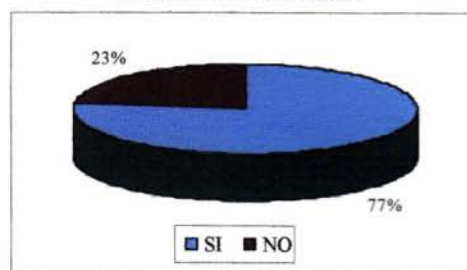
Gráfico N° 14: ¿Qué actividades conoce Ud. que causa contaminación al aire?



FUENTE: Elaboración propia.

El 96% de las personas encuestadas opinan, de que la actividad automotriz es la que causa mayor contaminación al aire.

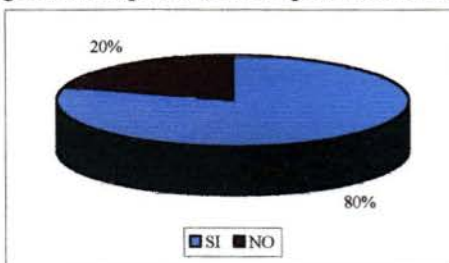
Gráfico N° 15: ¿Le causa molestia el polvo removido por la circulación vehicular?



FUENTE: Elaboración propia.

El 77% de las personas encuestadas, manifiestan, que el polvo removido por la circulación vehicular, les causa molestia.

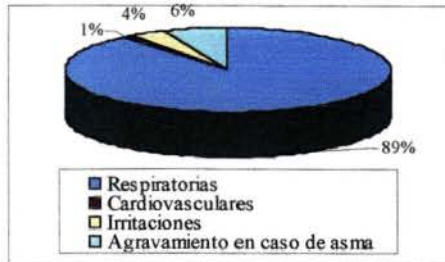
Gráfico N° 16: ¿Ud. Cree que su salud depende de la calidad del aire?



FUENTE: Elaboración propia.

De las 543 personas encuestadas, el 80% manifiestan, que su salud depende de la calidad de aire.

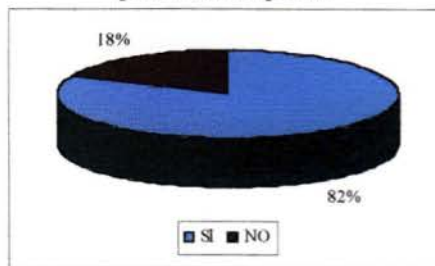
Gráfico N° 17: ¿Cuál es la enfermedad que padece Ud. con mayor frecuencia?



FUENTE: Elaboración propia.

El 89% de los encuestados, responden que las enfermedades respiratorias son las que padecen con mayor frecuencia.

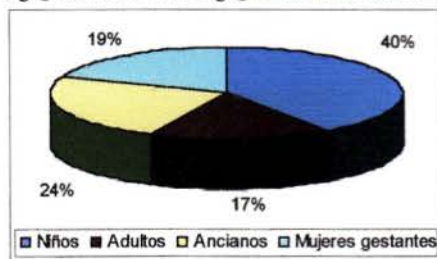
Gráfico N° 18: ¿Ud. Piensa que las enfermedades respiratorias es producto del polvo?



FUENTE: Elaboración propia.

De las 543 personas encuestadas, el 82% manifiestan que las enfermedades respiratorias es producto del polvo.

Gráfico N° 19: ¿Quién cree Ud.? ¿Qué es más afectado por el polvo?



FUENTE: Elaboración propia.

El 40% de los encuestados, reconocen que los niños son los más afectados por el polvo.

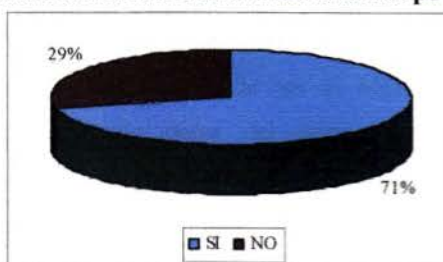
Gráfico N° 20: ¿Qué acciones inmediatas realizarían las autoridades encargadas para velar por un aire limpio?



FUENTE: Elaboración propia.

De los 543 encuestados, el 57 % responden, que la acción inmediata que deben realizar las autoridades es la pavimentación de las calles.

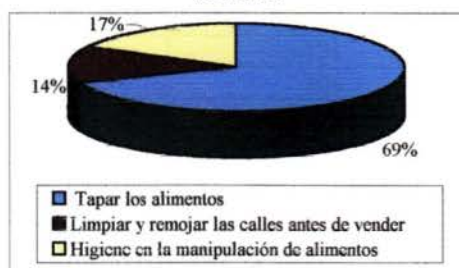
Gráfico N° 21: ¿Cree Ud. que los alimentos vendidos en puestos ambulatorios son contaminados con el polvo?



FUENTE: Elaboración propia.

El 71% de los encuestados, manifiestan que los alimentos vendidos en puestos ambulatorios son contaminados por el polvo.

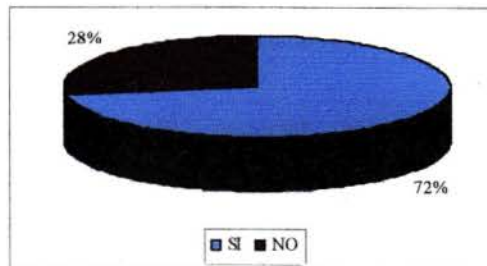
Gráfico N° 22: ¿Que acción inmediata Ud. recomendaría a los vendedores ambulantes para proteger del polvo a los alimentos que venden?



FUENTE: Elaboración propia.

El 69% de los encuestados, manifiestan que se deben tapar los alimentos para protegerlo del polvo.

Gráfico N° 23: ¿Cree Ud. que es necesario que se realice inspección sanitaria a los alimentos vendidos en los puestos ambulatórios?



FUENTE: Elaboración propia.

El 72% de las personas encuestadas responden que es necesario que se realice la inspección sanitaria a los alimentos vendidos en los puestos ambulatórios.

4.2.3 RECOLECCIÓN DE DATOS DE ENFERMEDADES.

A la fecha la información obtenida por el Ministerio de Salud es genérica, existiendo solo datos del número de atenciones por enfermedades relacionadas con las que produce la contaminación del aire por material particulado como son las enfermedades respiratorias; no existiendo así datos estadísticos de las causas específicas con la que se originan, como se muestra en el cuadro N° 27.

Cuadro N° 27: Número de atenciones por enfermedades respiratorias en la ciudad de Moyobamba – 2004.

2003 AL 2004	N° DE ATENCIONES
Octubre	264
Noviembre	179
Diciembre	131
Enero	106
Febrero	217
Marzo	413
Abril	90

FUENTE: MINSA, CLAS RED MOYOBAMBA. 2004

❖ Coeficiente de correlación (r_s) de Spearman de rangos ordenados del material particulado sedimentable promedio ($Tn/Km^2/30$ días) con las enfermedades respiratorias.

⇒ Correlación de material particulado sedimentable promedio ($Tn/Km^2/30$ días) y las enfermedades respiratorias.

➤ **Formulación de la prueba de hipótesis.**

- Hipótesis nula (H_0): Las enfermedades respiratorias no dependen del material particulado sedimentable promedio.
- Hipótesis alternativa (H_1): Existe correlación positiva entre las enfermedades respiratorias y el material particulado sedimentable promedio ($Tn/Km^2/30$ días).

Cuadro N° 28: Ordenamiento y diferencia de rangos de enfermedades respiratorias y material particulado sedimentable.

MUESTRAS	N° DE ATENCIONES POR ENFERMEDADES RESPIRATORIAS X	MAT. PART. SEDIMENTABLE ($Tn/Km^2/30$ días) Y	R _X	R _Y	R _X - R _Y d _i	d _i ²
Octubre	264	6.80	6	5	1	1
Noviembre	179	6.91	4	6	-2	4
Diciembre	131	5.33	3	2	1	1
Enero	106	12.61	2	7	-5	25
Febrero	217	5.78	5	3	2	4
Marzo	413	5.30	7	1	6	36
Abril	90	6.68	1	4	-3	9
Σ					0	80

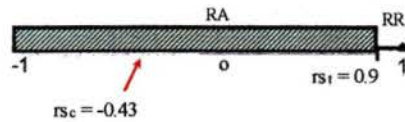
FUENTE: Elaboración propia.

➤ **Calculo del Coeficiente de correlación (r_s) de spearman**

$$r_{s_c} = 1 - \frac{6 \sum d_i^2}{n(n^2 - 1)}$$

$$r_{s_c} = 1 - \frac{6 * 80}{7(7^2 - 1)} = -0.43$$

- **Contrastación de hipótesis:** Con $n-2$ grados de libertad y un nivel de significancia de $\alpha = 5\%$ resulta el coeficiente de correlación de Spearman, $r_{st} = 0.9$.



Como el valor del r_{sc} está dentro de la región de aceptación (RA), por lo tanto se acepta H_0 .

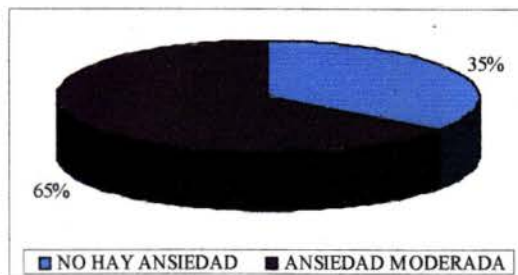
4.2.4 TEST DE AUTOEVALUACIÓN DE LA ANSIEDAD A CONDUCTORES DE MOTOCAR.

La puntuación obtenida de la sumatoria de las respuestas obtenidas en el test de autoevaluación de la ansiedad, fue de 46.32 valor que corresponde, al compararlo con la escala del nivel de ansiedad, al nivel 2, que indica ansiedad moderada (ver cuadro N° 29).

Nº	ITEMS	Nº DE CONDUCTORES DE MOTOCAR EVALUADOS																																																								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57
1	Me siento más ansioso y nervioso que de costumbre.	2	3	2	4	3	2	3	4	2	3	3	2	4	3	3	4	2	3	3	3	4	2	3	4	3	3	3	4	3	2	3	3	4	4	3	3	3	3	4	3	3	4	4	4	2	3	4	3	3	4	2	2	4	4	2		
2	Me siento con temor y sin razón.	2	2	3	2	3	2	2	3	2	2	1	2	3	2	4	3	3	2	2	2	3	3	1	3	3	3	3	2	2	1	2	3	4	3	2	4	2	2	4	2	2	3	2	3	3	2	2	3	2	4	3	3	2	3	3	3	4
3	Despierto con facilidad o siento pánico.	2	4	2	3	2	3	2	3	4	3	2	4	3	2	4	2	3	3	4	2	2	2	3	2	3	1	2	3	3	2	2	2	4	2	3	3	2	3	4	2	4	2	3	2	2	3	3	2	4	3	2	2	4	3	2	3	
4	Me siento como si fuera a reventar y partirme en pedazos.	1	1	1	2	1	2	1	2	2	1	1	2	1	3	3	1	1	1	2	1	2	2	2	4	3	4	2	2	1	1	3	3	3	2	2	1	2	2	1	2	3	2	1	2	1	1	2	1	2	3	2	4	4	3	1	2	1
5	Siento que todo está bien y que nada malo puede sucederme	4	2	3	2	4	2	2	2	3	2	3	3	4	2	3	2	2	4	2	1	2	3	2	2	3	3	2	2	2	2	2	3	2	4	3	1	2	4	3	1	3	2	3	2	2	4	2	3	3	3	4	3	3	4	2	4	
6	Me tiemblan los brazos y las piernas	2	3	2	2	3	2	2	1	2	3	2	1	2	3	2	3	2	4	1	3	2	2	3	4	2	2	2	1	1	3	3	2	3	2	3	2	4	3	2	2	2	2	3	1	3	2	3	2	1	3	2	3	2	2	3	1	
7	Me mortifican dolores de cabeza, cuello o cintura	1	4	2	4	3	3	3	3	2	2	3	2	2	3	2	2	3	4	3	3	3	4	2	3	3	2	2	3	1	4	2	1	2	2	2	3	3	2	3	4	3	2	2	2	2	1	4	3	3	2	3	2	3	2	2	4	
8	Me siento débil, me canso fácilmente	2	3	3	4	2	4	4	3	2	3	1	2	2	3	2	3	2	3	2	3	2	2	3	2	2	3	2	4	2	2	3	3	2	3	2	3	3	1	2	3	2	3	3	2	2	2	2	2	2	2	4	2	3	2	2		
9	Me siento tranquilo y puedo permanecer en calma fácilmente	4	2	4	2	2	2	3	2	2	2	2	3	2	3	2	2	2	2	3	2	3	2	1	2	2	2	2	2	4	4	3	3	2	4	2	2	2	4	3	2	2	2	2	1	3	2	2	2	2	2	2	4	2	3	2	2	
10	Puedo sentir que me late más rápido el corazón	4	2	1	3	2	2	3	3	2	3	1	2	2	2	1	2	3	3	2	2	1	2	1	3	2	2	3	2	1	3	3	3	2	2	2	2	3	2	1	2	2	2	1	2	1	1	2	2	2	2	4	2	2	1	3		
1																																																										

75

Gráfico N° 24: Autoevaluación de la ansiedad a conductores de motocar en la ciudad de Moyobamba - 2005.



FUENTE: Elaboración propia.

De 57 conductores de motocar evaluados, el 65% presentaron un nivel de ansiedad moderada y un 35% no presentaron ansiedad.

4.3 PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN PARA LOS IMPACTOS QUE PRODUCE EL MATERIAL PARTICULADO EN LA SALUD DE LA POBLACIÓN DE LA CIUDAD DE MOYOBAMBA.

Las alternativas de solución para los impactos que produce el material particulado, están contempladas en el Plan de Manejo Ambiental como se describe a continuación en el cuadro N° 30.

Cuadro N° 30: Plan de Manejo Ambiental.

FUENTES DE GENERACIÓN DE MATERIAL PARTICULADO	IMPACTOS POTENCIALES	MEDIDAS CORRECTIVAS A IMPLEMENTAR		
		PREVENCIÓN	MITIGACIÓN	CONTROL
VÍA PÚBLICA DE CIRCULACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> Contaminación del aire. Alteración de la salud humana. Ensuciamiento de productos comerciales. Alteración de la fotosíntesis en las plantas. Ensuciamiento de las fachadas de las viviendas. Contaminación del suelo. Conflicto entre pobladores. Alteración de factores climáticos. Alteración de ecosistemas naturales. 	<ul style="list-style-type: none"> Cubrir los productos comerciales y/o comestibles con material de plástico visible y / o en vitrina. (C) 	<ul style="list-style-type: none"> Pavimentación de calles (M). Limpieza de calles pavimentadas (C). Riego de calles no pavimentadas (C). Mantenimiento de calles pavimentadas (C) y (M). Construcción de rompe muelles en calles no pavimentadas (C). Reducción de la velocidad de conducción del vehículo en vías no pavimentadas (C). Implementación de rutas alternativas para reducir los volúmenes de tráfico (M). 	

TRANSPORTE VEHICULAR	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Contaminación del aire ▪ Alteración de la salud humana. ▪ Ensuciamiento de productos comerciales. ▪ Alteración de la fotosíntesis en las plantas. ▪ Ensuciamiento de las fachadas de las viviendas. ▪ Contaminación del suelo. ▪ Alteración de factores climáticos. ▪ Alteración de ecosistemas naturales. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Evitar la circulación de vehículos que no funcione bien su sistema de combustión interna (M). ▪ Inspección y Mantenimiento del motor de vehículos (C) y (M). 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Capacitación en mantenimiento de motor de vehículos y contaminación atmosférica (M). ▪ Utilización de combustible limpio, sin plomo (L). 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Uso de catalizadores (M) (L). ▪ Instalación de filtros en los tubos de escape de los vehículos motorizados (C) y (M).
ACTIVIDADES PRODUCTIVAS	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Contaminación del aire ▪ Alteración de la salud humana. ▪ Alteración de la fotosíntesis en las plantas. ▪ Contaminación del suelo. ▪ Alteración de ecosistemas naturales. ▪ Conflicto entre grupos sociales. ▪ Alteración de factores climáticos. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Uso de indumentaria de protección de acuerdo a la actividad para personal laboral (mascarillas, mandiles, etc.) (C). 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Capacitación en contaminación atmosférica (M). ▪ Cambio de tecnología en panaderías, pollerías de uso del carbón por el sistema eléctrico (L). ▪ Reciclaje de residuos sólidos provenientes de las piladoras de arroz, carpinterías, aserraderos para la producción de bioabono o producción de energía (C) y (M). 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Uso de dispositivos de control como filtros, precipitadores electrostáticos ó ciclones (L) y (M).

CONSTRUCCIONES CIVILES	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Contaminación del aire. ▪ Alteración de la salud. ▪ Alteración de la fotosíntesis en las plantas. ▪ Ensuciamiento de las fachadas de las viviendas. ▪ Contaminación de suelo. ▪ Alteración de ecosistemas naturales. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Tapar los insumos de construcción (arena, hormigón, etc.) con carpas y/o plásticos (C). ▪ Uso de indumentaria para personal obrero (C). 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Capacitación en manejo de insumos de construcción (M). ▪ Regar el terreno de forma suficiente y oportuna durante los periodos de demolición y excavación (C). ▪ Limpieza y recojo de materiales usados durante el proceso de construcción (C). 	-----
---------------------------	---	--	--	-------

FUENTE: Elaboración propia.

C: Corto plazo; M: Mediano Plazo; L: Largo Plazo.

Los actores involucrados para el cumplimiento de las medidas que se proponen para prevenir, mitigar y controlar los impactos que producen las diferentes fuentes de generación de material particulado son:

- La Municipalidad Provincial de Moyobamba.
- Dirección Regional de Comercio Exterior y Turismo.
- Dirección Regional de Transportes y Comunicaciones.

4.4 PROPUESTA DE RUTAS ALTERNATIVAS DE CIRCULACIÓN VEHICULAR EN LA CIUDAD DE MOYOBAMBA.

4.4.1 OBJETIVO.

Contribuir a proteger la salud pública en la ciudad de Moyobamba.

4.4.2 JUSTIFICACIÓN.

La cantidad específica de polvo generado para un tramo determinado de la vía sin pavimentar, varía linealmente con el volumen de tráfico vehicular. Como aproximación, la producción media de polvo pasajero en la atmósfera, se considera 75 libras por milla recorrida por el vehículo (Hestkeeth y Cross, 1981). Para el margen típico de velocidad en las vías no pavimentadas que es 30 a 50 millas por hora (50 a 80 Km./h), los resultados en mediciones en campo indican que la cantidad de emisión es directamente proporcional a la velocidad del vehículo. Los controles de tráfico, como los límites de velocidad y las restricciones del volumen de tráfico, reducen normalmente las emisiones de polvo (Canter, 1999).

Actualmente en la ciudad de Moyobamba existe contaminación del aire por material particulado, mayormente producto de la circulación vehicular en vías no pavimentadas y pavimentadas, que contribuye a la contaminación del aire causando impacto irregular negativo a la salud de la población.

El impacto positivo que traerá la Propuesta de Rutas Alternativas en la ciudad de Moyobamba, es la disminución de la contaminación del aire por material particulado sedimentable y suspendido, contribuyendo a proteger la salud pública en la ciudad de Moyobamba.

4.4.3 ENTIDADES INVOLUCRADAS.

- a) **Dirección Regional de Transportes y Comunicaciones;** como sector público encargado del control de tránsito.

b) **Municipalidad Provincial de Moyobamba;** como institución pública encargada del desarrollo urbano y el ordenamiento de la ciudad.

c) **Asociaciones de Transportistas;** estarán involucrados por ser los partícipes directos en el tránsito vehicular.

4.4.4 BENEFICIARIOS.

- Población en general de la ciudad de Moyobamba.

4.4.5 CARACTERÍSTICAS DE LAS VÍAS DE CIRCULACIÓN VEHICULAR DE LA CIUDAD DE MOYOBAMBA.

Para elaborar la siguiente propuesta, se determinó las características de las vías de circulación vehicular de la ciudad de Moyobamba realizando el recorrido por la ciudad, con la ayuda del plano catastral (Ver anexo, planos N° 03 y 04).

**Cuadro N° 31: Vías de circulación vehicular de la ciudad de
Moyobamba – 2005.**

TIPOS DE VÍAS	VÍA		CARACTERÍSTICAS
	UBICACIÓN	ZONA	
VIA PRINCIPAL	Av. Almirante Miguel Grau	Eje Comercial	Vía de acceso y salida de la zona urbana, totalmente pavimentada, actualmente se están realizando trabajos de ampliación desde el cruce Uchuella hasta las instalaciones del MINSA.
	Jr. Callao (cuadras 03 al 10)	Comercio Central	Vía de un solo sentido hacia el centro de la ciudad y está totalmente pavimentada.
	Jr. Coronel Secada (cuadras 01 al 03)	Comercio Central	Las cuadras N° 01 y 02 son vías de doble sentido direccionada de norte a sur y de sur a norte, y la cuadra N° 03 es vía de un solo sentido direccionada de norte a sur. Las 03 cuadras están totalmente pavimentadas.
	Jr. Serafin Filomeno	Comercio Central	Vía de un solo sentido direccionada de este a oeste, está totalmente pavimentada
	Jr. Alonso de Alvarado (cuadras 09 al 18)	Comercio Central	Vía de un solo sentido direccionada de oeste a este, está totalmente pavimentada.
	Jr. Dos de Mayo	Residencial Consolidada	Vía de un solo sentido direccionada de oeste a este, está totalmente pavimentada a excepción de la cuadra N° 01.
	Jr. Libertad	Residencial Consolidada	Vía de un solo sentido desde la cuadra 03 hasta la cuadra 08, direccionada de oeste a este, están totalmente pavimentadas a excepción de las cuadras 01 y 02 que no están pavimentadas y son de doble vía.
	Jr. 25 de Mayo	Comercio Central	Vía de un solo sentido a partir de la cuadra 02, direccionada de sur a norte, se encuentra totalmente pavimentada.
	Jr. José de San Martín (cuadras 02 al 06)	Comercio Central	Vía de un solo sentido, direccionada de norte a sur, se encuentra totalmente pavimentada.
	Jr. Pedro Canga (cuadras 02 al 07)	Comercio Central	Vía de un solo sentido, hasta la cuadra 05 direccionada de sur a norte, se encuentra actualmente pavimentada; a partir de ésta cuadra la vía es de doble sentido y está sin pavimento.
	Jr. Reyes Guerra (cuadras 02 al 06)	Comercio Central	Vía de un solo sentido, direccionada de sur a norte, se encuentra totalmente pavimentada.

	Jr. 20 de Abril (cuadras 02 al 08)	Eje Comercial (cuadras 3 y 4) Residencial consolidada (5, 6, 7, 8)	Vías de doble sentido a excepción de las cuadras 03 y 04, direccionada de sur a norte y norte a sur. Se encuentra pavimentada desde la cuadra 03 hasta la 05.
	Jr. Oscar R. Benavides (cuadras 01 al 04)	Comercio Central	Las Vías de doble sentido corresponden a las cuadras 02, 03 y 04 direccionadas de sur a norte y norte a sur, a excepción de la cuadra 01, direccionada de sur a norte.
	Jr. Varacadillo (cuadras 03 al 04)	Comercio Central	Vía de un solo sentido, direccionada de sur a norte, ésta vía se encuentra pavimentada.
	Jr. Junín	Residencial Consolidada	Vía de un solo sentido, direccionada de este a oeste, ésta vía se encuentra pavimentada.
VIA SECUNDARIA	Prol. 20 de Abril (cuadras 11 al 22)	Eje Comercial	Vía de doble sentido, direccionada de norte a sur y de sur a norte, se encuentra totalmente pavimentada.
	Jr. Independencia	Residencial Consolidada	Vía de doble sentido, direccionada de este a oeste y de oeste a este, no se encuentra pavimentada a excepción de la cuadra N° 08.
	Jr. Pedro Pascasio Noriega.	Residencial Consolidada	Vía de doble sentido, direccionada de este a oeste y de oeste a este, no presenta pavimentación.
	Av. Ignacia Velásquez	Entre zona de urbanización Incipiente y zona de protección natural.	Vía de doble sentido, direccionada de norte a sur y de sur a norte, ésta vía no presenta pavimentación a excepción de la bajada de Shango.
VIA LOCAL	Resto de calles.	Entre las diferentes zonas.	El resto de calles no presenta pavimentación, son calles menos transitadas por transporte público.

FUENTE: Elaboración propia.

4.4.6 RUTAS ALTERNATIVAS DE CIRCULACIÓN VEHICULAR.

Luego de un amplio análisis considerando la zona y las características de las vías de circulación vehicular se propone las siguientes rutas alternativas (ver anexo 05, plano N° 04).

a) Prolongación 20 de Abril cuadras del 01 al 09.

Por estar ubicada entre la zona de eje comercial y la zona residencial consolidada, se propone a la vía secundaria Prolongación 20 de Abril (previa pavimentación), como vía principal de una sola dirección de

tránsito vehicular de salida para los vehículos de transporte interdistrital e interprovincial, vehículos menores de transporte urbano, mitigando así, la contaminación en la vía principal Av. Almirante Miguel Grau.

b) Av. Ignacia Velásquez.

Se encuentra ubicada entre zona de urbanización incipiente y zona de protección natural, por lo que se propone a esta vía secundaria como vía principal de tránsito vehicular de doble sentido (previa pavimentación) para vehículos menores de transporte urbano (motocares, moto lineal) de circulación vehicular, mitigándose así la contaminación en la vía secundaria Prolongación 20 de Abril.

c) Jr. Damián Najar - Prol. Jr. Cajamarca.

Ubicadas en zona residencial consolidada, se propone a estas vías locales como vías secundarias de doble sentido, solamente para vehículos menores de transporte urbano (motocar, moto lineal), mitigándose así la contaminación del aire en la vía local Jr. Manuel del Águila.

4.4.7 VENTAJAS:

- Disminución de la contaminación del aire por material particulado y otros contaminantes asociados con este.
- Mejora de la calidad de vida de la población de la ciudad de Moyobamba.
- Mejora de la infraestructura vial.
- Facilita el traslado de las personas.

4.4.8 DESVENTAJAS:

- El 95% de las vías propuestas se encuentran sin pavimento.

V. DISCUSIONES.

En Lima Metropolitana, el Proyecto de Determinación y Vigilancia de la Contaminación Atmosférica (INEI, 1993), realizó el monitoreo de material particulado sedimentable durante todo el año, determinándose que el mes de febrero, perteneciente a la estación de verano, es el mes que presentó mayor contaminación con respecto a los demás meses. Las características climáticas de la ciudad de Moyobamba son diferentes a la ciudad de Lima, por lo que durante los 7 meses de monitoreo el mes de enero presentó mayor contaminación por material particulado sedimentable de $12.61 \text{ Tn/Km}^2/30$ días, durante este mes la influencia de ciertos factores meteorológicos es notable, por presentarse una velocidad de viento promedio de 2.67 m/s mayor con respecto a los demás meses de monitoreo y una precipitación promedio de 54.22 mm . menor con respecto a los demás meses de monitoreo, debido a que las partículas, según CEPIS (1999), permanecen en la atmósfera de acuerdo a la influencia de los factores meteorológicos, como es la precipitación que tiende a lavar a las partículas que se encuentran en el ambiente, haciéndolas sedimentar de manera más rápida y la velocidad del viento que diluye y dispersa las partículas.

En el Plan de Prevención y Descontaminación Atmosférica de la Región Metropolitana (CONAMA, 1997), las vías no pavimentadas son consideradas como fuentes responsables de la mayor parte de la contaminación del aire por material particulado suspendido menor de 10 um. , resultado que coinciden con las estaciones de monitoreo ubicadas en vías no pavimentadas en la ciudad de Moyobamba, las mismas que presentaron más contaminación que las vías pavimentadas, demostrado estadísticamente con el método de Duncan.

Estudios realizados sobre estas mismas partículas suspendidas menores de 10 um. se realizan en el Perú por ser consideradas mas dañinas para la salud; así lo demuestran los estudios realizados en el año 2000, tanto por la Municipalidad de Lima Metropolitana y por la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA); además de ello, Miller (1994) afirma que las partículas grandes mayores de 10 um. de diámetro, normalmente permanecen en la tropósfera solo un día o dos antes de caer a la superficie por gravedad o por precipitación, las partículas de tamaño entre 1 y 10 um. permanecen suspendidas en el aire durante varios días y las partículas con diámetros

menores de 1 μm . pueden permanecer en la tropósfera durante una o dos semanas y en la estratósfera durante uno a cinco años; en este sentido podemos inferir que las partículas capturadas durante 24 horas en el monitoreo de partículas suspendidas en la presente investigación, también podrían estar ocasionando problemas a la salud humana por permanecer en el aire estando propensas a ser inhaladas por el hombre.

Según el Diagnóstico de la Calidad del Aire y sus Impactos en Salud (CONAMA, 2000), la acidez del material particulado depende de que se adsorban gases, como óxidos de azufre (SO_x) y óxidos de nitrógeno (NO_x) en el carbón, que junto con la humedad atmosférica generan la acidez del material particulado; estos mismos contaminantes atmosféricos son producidos por los diferentes combustibles que utilizan las fuentes de generación de material particulado de la ciudad de Moyobamba, reportados en el análisis en forma de sedimentos de nitrógeno, azufre y carbón, donde el carbón representa el mayor porcentaje en la composición; por lo que podemos afirmar que los contaminantes atmosféricos encontrados, son uno de los componentes que junto con la humedad atmosférica, generan la acidez del material particulado sedimentable.

Mediante la encuesta realizada en la ciudad de Moyobamba, el 79.74 % de personas encuestadas, manifestaron que la salud depende de la calidad del aire que respiran y el 81.77 % de las mismas, manifestaron que las enfermedades respiratorias son producidas por el polvo que inhalan; estadísticamente se ha demostrado con el método de correlación de Spearman, que las enfermedades respiratorias, no dependen únicamente de uno de los contaminantes del aire, como el material particulado sedimentable, sino de la sumatoria de los mismos (Comité de Gestión de la Iniciativa de Aire Limpio, 2002), por lo contrario el estudio realizado por CONAMA (1997), manifiesta que factores como los meteorológicos (variación estacional), epidemiológico (brotes epidemiológicos) biodemográficos (niños menores de 5 años, mujeres embarazadas y adultos mayores) y de vulnerabilidad social (construcción, tipo de combustible), también contribuye para que se manifiesten dichas enfermedades; es por ello que podemos asumir que en la ciudad de Moyobamba las enfermedades respiratorias que se presentan, es debido a la contaminación del aire por material particulado así como por la influencia de los factores mencionados anteriormente.

El nivel de ansiedad moderado que presentaron los conductores de motocar, es probable que no se deba únicamente a la exposición de la contaminación por material particulado, ya que según Ruiz (1993) el efecto de la contaminación en la salud del hombre, depende de varios factores, tales como la edad, sexo, tabaquismo y la exposición laboral.

VI. CONCLUSIONES.

- 6.1 En la ciudad de Moyobamba se presentó mayor grado de contaminación del aire por material particulado, en las estaciones de monitoreo ubicadas en las vías públicas de circulación vehicular no pavimentadas.
- 6.2 Según la matriz de valoración cualitativa del impacto, se determinó que el impacto en la salud de la población es irregular bajo, es decir el impacto es negativo; mediante el test de autoevaluación de ansiedad, se determinó que los conductores de motocar presentaron ansiedad moderada; mediante la encuesta de opinión pública, se identificó que las enfermedades respiratorias son las que se presentan con más frecuencia.
- 6.3 La pavimentación de vías propuesta en el Plan de Manejo Ambiental, contribuirá a reducir la emisión de polvo producido por el movimiento de los vehículos motorizados y por ende la contaminación del aire por material particulado existente en la ciudad de Moyobamba.
- 6.4 Las rutas alternativas de circulación vehicular propuestas como la Prolongación 20 de Abril cuadras del 01 al 09, Av. Ignasia Velásquez, Jr. Damián Nájjar – Prolongación Jr. Cajamarca, mitigará la contaminación del aire por material particulado en la ciudad de Moyobamba.

VII. RECOMENDACIONES.

- 7.1 A la Municipalidad Provincial de Moyobamba y la Dirección Regional de Salud como órganos encargados de velar por el bienestar público, fijar límites máximos permisibles y proponer procedimientos de medición de contaminantes atmosféricos, de acuerdo al tipo de fuente de contaminación para realizar el monitoreo permanente de los contaminantes atmosféricos en la ciudad de Moyobamba; así mismo, crear o designar un órgano encargado de realizar el monitoreo permanente y capacitación a responsables del monitoreo.
- 7.2 A la Dirección Regional de Salud, realizar el seguimiento epidemiológico de las enfermedades relacionadas con la contaminación del aire por material particulado, como son las enfermedades respiratorias, paralelo con el monitoreo de la calidad del aire sobre todo a las personas mas expuestas a la contaminación por material particulado como son los motocarristas.
- 7.3 A la Municipalidad Provincial de Moyobamba, Dirección Regional de Comercio Exterior y Turismo, Dirección Regional de Transportes y Comunicaciones, ejecutar las medidas de prevención, mitigación y control contempladas en el Plan de Manejo Ambiental¹.
- 7.4 A la Municipalidad Provincial de Moyobamba, desarrollar la propuesta de rutas alternativas de circulación vehicular en la ciudad de Moyobamba.
- 7.5 A la Municipalidad Provincial de Moyobamba y la Dirección Regional de Salud ejecutar la propuesta del Programa de Educación Ambiental².

¹ Plan de Manejo Ambiental. Ver Cuadro N° 31.

² Propuesta de Programa de Educación Ambiental. Ver anexo N° 03.

VIII. BIBLIOGRAFÍA.

1. Bocanegra y Col., 2003. "Estudio de Contaminación Sonora en la Ciudad de Trujillo". Trujillo-Perú. Pág. 120.
2. Casas, S. 1995. Tesis "Saneamiento Ambiental y Ecoturismo en Pasto Ruri". Huaraz- Perú. Pág. 119.
3. Canter W., Larry. 1999. "Manual de Evaluación de Impacto Ambiental". Edit. McGRAW-HILL. España. Pág. 841.
4. CEPIS/OPS/PUN. 1999. "Curso de Orientación para el Control de la Contaminación del Aire". Lima – Perú. Pág. 142.
5. CONAMA, 1997. "Plan de Prevención y Descontaminación Atmosférica". Chile. Pág. 32.
6. CONAMA, 2000. "Diagnóstico de la Calidad del Aire y sus Impactos en Salud". Chile. Pág. 26.
7. Comité de Gestión de la Iniciativa de Aire Limpio, 2002. "Plan Integral de Saneamiento Atmosférico". Lima-Callao - Perú. Pág. 62.
8. Foro Latinoamericano de Ciencias Ambientales - FLACAM, 1997. "Guía para la elaboración de Estudios de Impacto Ambiental". Guía N° 01. Edit. ESCA. Lima – Perú. Pág. 32.
9. Hesketh y Cross, 1981. "Understanding and Controlling Air Pollution, Ann Arbor Science Publishers, Ann Arbor, Mich". American society of agricultural engineering. Pág. 50.
10. INEI. 1993. "Perú: Estadísticas del Medio Ambiente". Lima – Perú. 260.
11. Julca, R. 2002. "Estadística Básica". Moyobamba-Perú. Pág. 173.
12. Korc, M. 2000. "Informe de Calidad del Aire y su Impacto en la Salud en América Latina y el Caribe". Lima – Perú. Pág. 22.
13. Luppo, S; Pereyra, M. 2001. "Contaminación Urbana por Monóxido de Carbono". Revista de la Facultad de Ingeniería, UNPAT, Año 3, N° 5. México. Pág. 60.
14. MEM-DGAA, 1993. "Protocolo de Monitoreo de Calidad de Aire y Emisiones en Operaciones de Hidrocarburos". D.S. N° 046 – 93 – EM. Edit. Fimart S.A. Lima – Perú. Pág. 75.
15. MINSA, CLAS RED MOYOBAMBA, 2004. "Datos estadísticos de morbilidad general en la ciudad de Moyobamba". Pág. 45.

16. Municipalidad Provincial Moyobamba, 2004. "Plan de Desarrollo Urbano de la ciudad de Moyobamba". Moyobamba – Perú. Pág. 64.
17. Rojas, N. 2000 "Introducción a la Problemática del Material Particulado". Departamento de Ingeniería Química Universidad de Los Andes. Pág. 25.
18. Ruiz, S., 1993. "Estudio de Contaminación del Aire y Mortalidad en la ciudad de México". Pág. 07.
19. Strauss, W. 1997. "Contaminación del Aire – Causas, Efectos y Soluciones". Editorial. Trillas. México. Pág. 177.
20. Seoáñez, M. 1999. "Ingeniería del Medio Ambiente, Aplicada al Medio Natural Continental". Ediciones Mundi – Prensa. 2da Edic. España. Pág. 691.
21. SENAMHI. 2003. "Estadísticas Metereológicas en la ciudad de Moyobamba". Pág. 20.
22. Tafur, R. 1995. "La Tesis Universitaria". Ed. Mantaro. Lima – Perú. Pág. 429.
23. Torres, C. 1997. "Metodología de la investigación científica". 5ª Ed. Lima-Perú. Pág. 375.
24. Tyler & Miller, Jr. 1994. "Ecología y Medio Ambiente". Grupo Editorial Iberoamérica. México. Pág. 783.

ANEXOS

ANEXO N° 01

Formato de encuesta



FICHA DE ENCUESTA

I. ASPECTOS GENERALES:

1. ENCUESTADO :
2. OCUPACIÓN :
3. DEPARTAMENTO :
4. PROVINCIA :
5. DISTRITO :
6. BARRIO :

II. CUESTIONARIO:

1. Sabe Ud. ¿Qué es aire contaminado? SI () NO ()
.....
2. ¿Qué actividades conoce Ud. que causa contaminación al aire?
a) Automotriz b) Industriales c) otros
¿Por qué?.....
3. ¿Le causa molestia el polvo removido por la circulación vehicular?
Si () No ()
Qué molestias:
4. ¿Ud. Cree que su salud depende de la calidad del aire?
Si () No ()
5. ¿Cuál es la enfermedad que padece Ud. Con mayor frecuencia?
a) Respiratorias b) Cardiovasculares c) Irritaciones
d) Agravamiento en caso de asma
6. ¿Ud. Piensa que la enfermedades respiratorias es producto del polvo?
Si () No ()
7. ¿Quién cree Ud. Qué es más afectado por el polvo?
a) Niños b) Adultos c) Ancianos d) Mujeres gestantes.
8. ¿Qué acciones inmediatas cree Ud. que se realizaría, por parte de las autoridades encargadas para velar por un aire limpio?
a) Barrido de calles pavimentadas b) Riego de calles sin pavimento
c) Pavimentación de calles d) Inspección de vehículos motorizados
e) Otros
9. ¿Cree Ud. que los alimentos vendidos en puestos ambulatorios son contaminados con el polvo?
SI () NO () ¿Por qué?



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN
FACULTAD DE ECOLOGÍA
E.A.P. INGENIERÍA AMBIENTAL
DPTO. ACAD. DE CIENCIAS AMBIENTALES
MOYOBAMBA

FECHA:
ENCUESTADOR:

10. ¿Que acción inmediata Ud. recomendaría a los vendedores ambulantes para proteger del polvo a los alimentos que venden?
- a) Cubrir o tapar los alimentos b) Limpiar remojando las calles antes de vender
 - c) Higiene en la manipulación de alimentos
11. ¿Cree Ud. que es necesario que se realice inspección sanitaria a los alimentos vendidos en los puestos ambulantes?
- Si () No () ¿Por qué?.....

!!!Muchas gracias por su colaboración!!!

ANEXO N° 02

Formato de test de autoevaluación de la ansiedad

TEST DE AUTOEVALUACIÓN DE LA ANSIEDAD

ITEMS	Nunca o raras veces	Algunas veces	Buen N° de veces	La mayoría de veces
Me siento más ansioso y nervioso que de costumbre				
Me siento con temor y sin razón				
Despierto con facilidad o sin pánico				
Me siento como si fuera a reventar y partirme en pedazos				
Siento que todo está bien y que nada malo puede sucederme				
Me tiemblan los brazos y las piernas				
Me mortifican dolores de cabeza, cuello o cintura				
Me siento débil, me canso fácilmente				
Me siento tranquilo y puedo permanecer en calma fácilmente				
Puedo sentir que me late más rápido el corazón				
Sufro de mareos				
Sufro de desmayos o siento que me voy a desmayar				
Puedo inspirar y expirar fácilmente				
Se me adormecen/ hinchon los dedos de las manos y los pies				
Sufro de molestias estomacales				
Orino con mucha frecuencia				
Generalmente mis manos estan secas y calientes				
Siento bochornos				
Me quedo con facilidad y descanso bien durante la noche				
Tengo pesadillas				
TOTAL				

1 = Nunca o raras veces, 2 = Algunas veces, 3 = Buen N° de veces, 4 = La mayoría de veces

ANEXO N° 03

Propuesta de Programa de Educación Ambiental.

PROPUESTA DE PROGRAMA DE EDUCACIÓN AMBIENTAL.

I. JUSTIFICACIÓN.

Una de las causas para que en la ciudad de Moyabamba exista contaminación por material particulado es la carencia de conocimientos ambientales, acerca de los impactos ambientales que causa el material particulado en los factores ambientales, convirtiéndose la contaminación atmosférica como un problema indeseable requiriéndose de un proceso educativo, sistemático mediante la educación ambiental de manera que cada persona se concientice y adopte conductas requeridas que protejan el ambiente y la salud. Esto significa incorporar la participación social en la formación e instrumentación de las decisiones ambientales y construir una cultura cívica ambiental mediante la ejecución de una serie de actividades ejecutadas directamente con la población a capacitar como campañas de limpieza pública, encuentros artísticos, talleres, cursos y/o seminarios, etc. de capacitación de contaminación atmosférica.

II. OBJETIVOS

- Sensibilizar, formar y educar la conducta de las personas en todos los aspectos relacionados con la calidad de aire y la salud.

III. AGENTES Y ACTORES CLAVES.

- La Municipalidad Provincial de Moyabamba.
- Ministerio de Salud (MINSA), Ministerio de transporte y Ministerio de Industria
- Las organizaciones de transportistas.
- La sociedad civil organizada
- Los organismos no gubernamentales.
- Las instituciones académicas y científicas.

IV. ACCIONES DEL PROGRAMA.

4.1 SENSIBILIZACIÓN Y DIFUSIÓN AMBIENTAL.

La generación de condiciones de sensibilización mediante la motivación para aprender conocimientos que se relacionan con los problemas de la calidad del

aire, y el cambio de conducta a los agentes y actores claves se realizará mediante:

- Encuentros comunitarios y campañas de difusión y/o talleres participativos con expertos en contaminación atmosférica.
- Encuentros artísticos – culturales de jóvenes concientizando a la población sobre la contaminación atmosféricas, sus causas, impactos y las formas efectivas de reducir sus efectos adversos.
- Difusión de material didáctico (audiovisual, boletines, etc.) que apoye la incorporación del tema atmosférico en los colegios de la región. Esta difusión se realizará mediante una campaña en medios masivos de comunicación como televisión, radio, prensa, internet o vía pública.
- Realización de cursos talleres con los siguientes temas:
 - La calidad de aire.
 - Las causas de la contaminación del aire.
 - Efectos negativos de la contaminación del aire sobre la salud de las personas.

4.2 FORMACIÓN CIUDADANA.

La formación ciudadana consiste en la generación de condiciones que estimulan la capacidad de las personas y/o grupos sociales para asumir, responsablemente, el rol de agentes de cambio con el fin de enfrentar los problemas de la calidad del aire.

- Foros sobre el rol de la ciudadanía en la mejora y protección de la calidad del aire.
- Campañas de arborización y limpieza pública.

4.3 EDUCACIÓN AMBIENTAL.

La Educación Ambiental, es el proceso sistematizado de experiencias de enseñanza y aprendizaje formal y/o informal de las personas, que favorece la toma de decisiones en el tema relacionado con la calidad del aire. La capacitación será mediante:

- Educación y capacitación a la población en general, con contenidos diferenciados según características de los diferentes grupos sociales
- Capacitación a funcionarios públicos para perfeccionar sus labores fiscalizadoras y educativas.
- Talleres de capacitación a dirigentes de centros de alumnos, academias científicas, universidades en los aspectos jurídicos.
- Seminario de capacitación con especialistas ambientales dirigido a editores, periodistas, guionistas de programas de radio y televisión sobre la contaminación atmosférica.
- Capacitación a docentes y educadores para promover el desarrollo de iniciativas de los alumnos en el tema atmosférico.
- Capacitación a estudiantes universitarios y técnicos que en sus carreras profesionales tenga relación directa con la contaminación del aire.
- Incentivo de iniciativas y procesos de aprendizaje frente a la contaminación atmosférica para la comunidad escolar (padres, apoderados y alumnos).

V. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.

El cronograma de actividades se muestra a continuación.

Cronograma de actividades del Programa de Educación Ambiental.

[illegible]

VI. PRESUPUESTO.

Presupuesto detallado del Programa de Educación Ambiental.

Partida	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio (S/.)	Subtotal
5.3.11.20	Viáticos y asignaciones				
	2 personas-Educadores ambientales	día	20	150.00	3,000.00
	Sub-total				3,000.00
5.3.11.23	Servicios no personales				
	1 Coordinador del programa	día	240	50.00	12,000.00
	4 Facilitadores	día	180	25.00	4,500.00
	Sub-total				16,500.00
5.3.11.28	Gratificaciones				
	8 personas de apoyo	día	180	10.00	1,800.00
	Sub-total				1,800.00
5.3.11.30	Bienes de consumo				
	Material de Escritorio				
	Papel bond A-4	millar	10	35.00	350.00
	Papel bulki - oficio	millar	10	15.00	150.00
	Folder A-4	ciento	50	35.00	1,750.00
	Cartulinas	ciento	50	30.00	1,500.00
	Libretas de apuntes	unidad	25	4.00	100.00
	Papelotes	ciento	80	20.00	1,600.00
	Lapiceros	ciento	50	35.00	1,750.00
	Plumones (caja x 10)	caja	30	15.00	450.00
	Plumones acrílicos (caja x 10)	caja	10	25.00	250.00
	CD-rom regrabable	unidad	10	5.00	50.00
	Diskettes	caja	5	20.00	100.00
	Cartuchos de tinta para impresora negra	unidad	10	20.00	200.00
	Cartuchos de tinta para impresora color	unidad	5	40.00	200.00
	Película fotográfica	unidad	10	12.00	120.00
	Sub-total				8,570.00
5.3.11.36	Tarifas de servicios generales				
	Teléfono	tarjeta	25	10.00	250.00
	Internet	hora	70	2.00	140.00
	Sub-total				390.00
5.3.11.37	Alquiler de bienes				
	Equipo computador	mes	4	300.00	1,200.00
	Impresora	mes	4	100.00	400.00
	Sub-total				1,600.00
5.3.11.39	Servicio de terceros				
	Revelado fotográfico	rollo	10	25.00	250.00
	Grabación de CD	unidad	10	4.00	40.00
	Refrigerios	curso	10	300.00	3,000.00
	Transporte urbano (motocar)	pasaje	250	1.00	250.00
	Sub-total				3,540.00

FUENTE: Elaboración propia.

Resumen del presupuesto del Programa de Educación Ambiental.

(En nuevos soles) a Octubre del 2004

Partida	Descripción	Costo Total
5.3.11.20	Viáticos y asignaciones	3,000.00
5.3.11.23	Servicios no personales	16,500.00
5.3.11.28	Gratificaciones	1,800.00
5.3.11.30	Bienes de consumo	8,570.00
5.3.11.36	Tarifas de servicios generales	390.00
5.3.11.37	Alquiler de bienes	1,600.00
5.3.11.39	Servicio de terceros	3,540.00
	Total	35,400.00

FUENTE: *Elaboración propia.*

ANEXO N° 04

Fotografías

Foto N° 01: Ubicación de placa petri en estación de monitoreo (G) del Jr. Libertad Cuadra N° 06 para la recolección de material particulado sedimentable.



Foto N° 02: Recolección de muestra de material particulado sedimentable en la estación (F) del Jr. Dos de mayo cuadra N° 07.



Foto N° 03: Medidor de caudal de material particulado en suspensión.

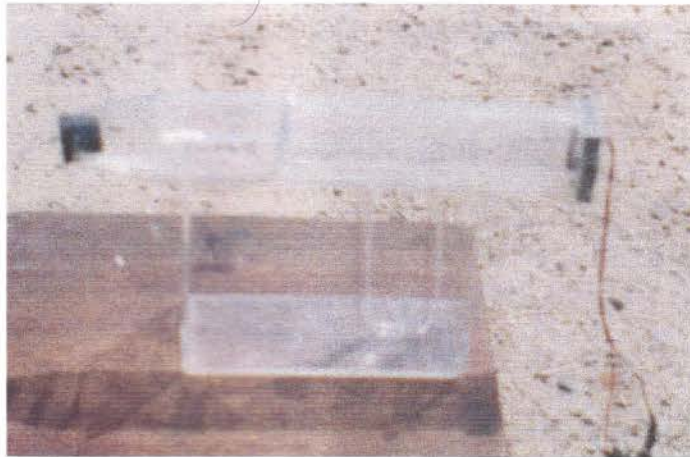


Foto N° 04: Vía no pavimentada como fuente de contaminación de material particulado.



Foto N° 05: Remoción de material particulado por vehículos motorizados en vías no pavimentadas.

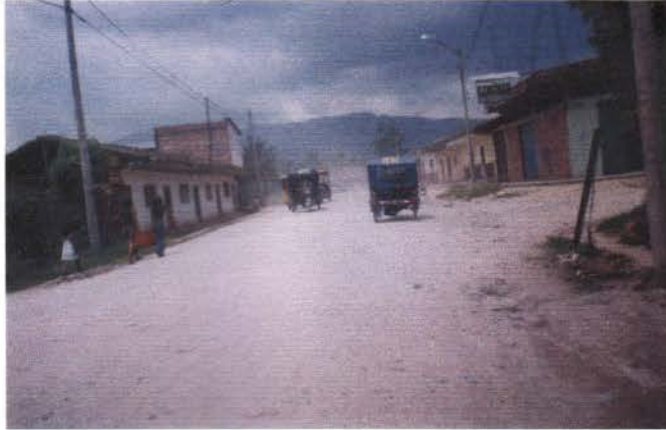


Foto N° 06: Construcciones civiles como fuente de área de generación de material particulado.



Foto N° 07: Fuentes móviles circulando en vía no pavimentada de la Prolongación 20 de Abril.



Foto N° 08: Fuentes móviles circulando en vías pavimentadas (Plaza de Armas).



Foto N° 09: Peatones que son afectados por la resuspensión del material particulado (Plaza de Armas).



Foto N° 10: Prolongación 20 de Abril propuesto como ruta alternativa de circulación vehicular.

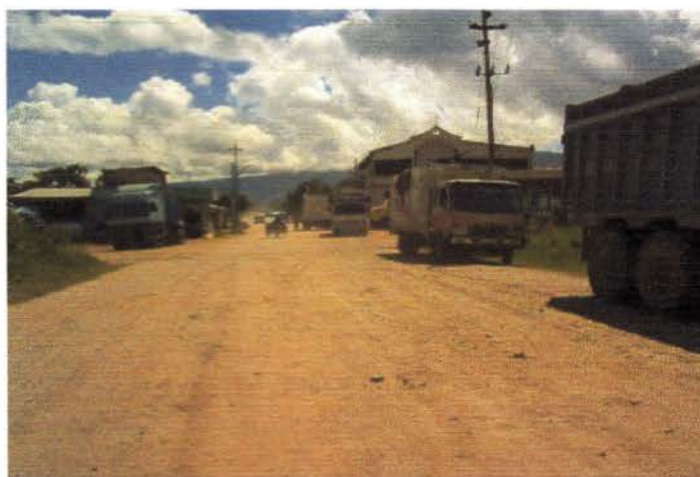


Foto N° 11: Jr. Cajamarca propuesto como ruta alternativa de circulación vehicular.



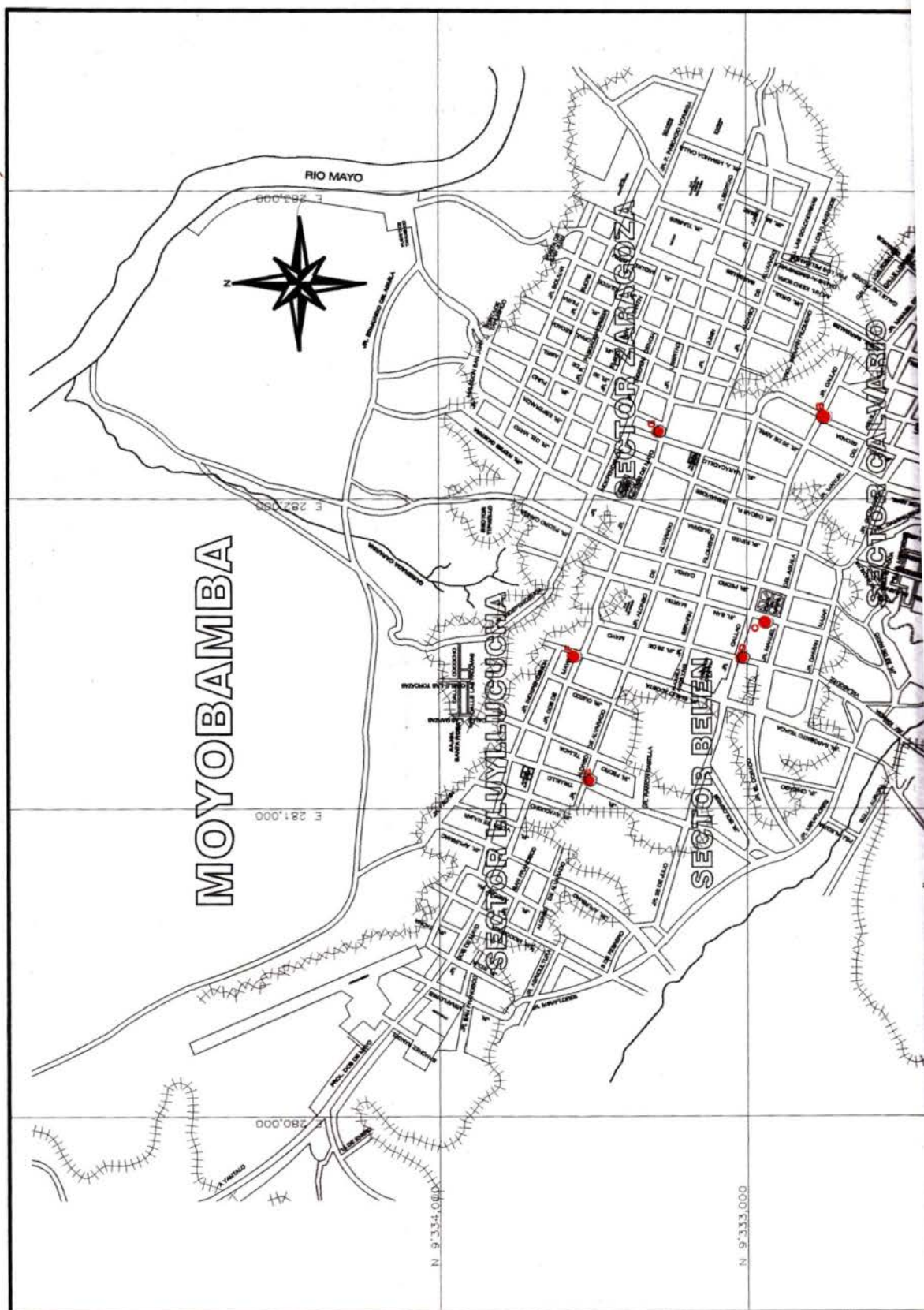
ANEXO N° 05

**PLANO N° 01: Estaciones de monitoreo de material
particulado en la ciudad de Moyobamba.**

**PLANO N° 02: Sistema vial de la ciudad de
Moyobamba.**

**PLANO N° 03: Estructura urbana de la ciudad de
Moyobamba.**

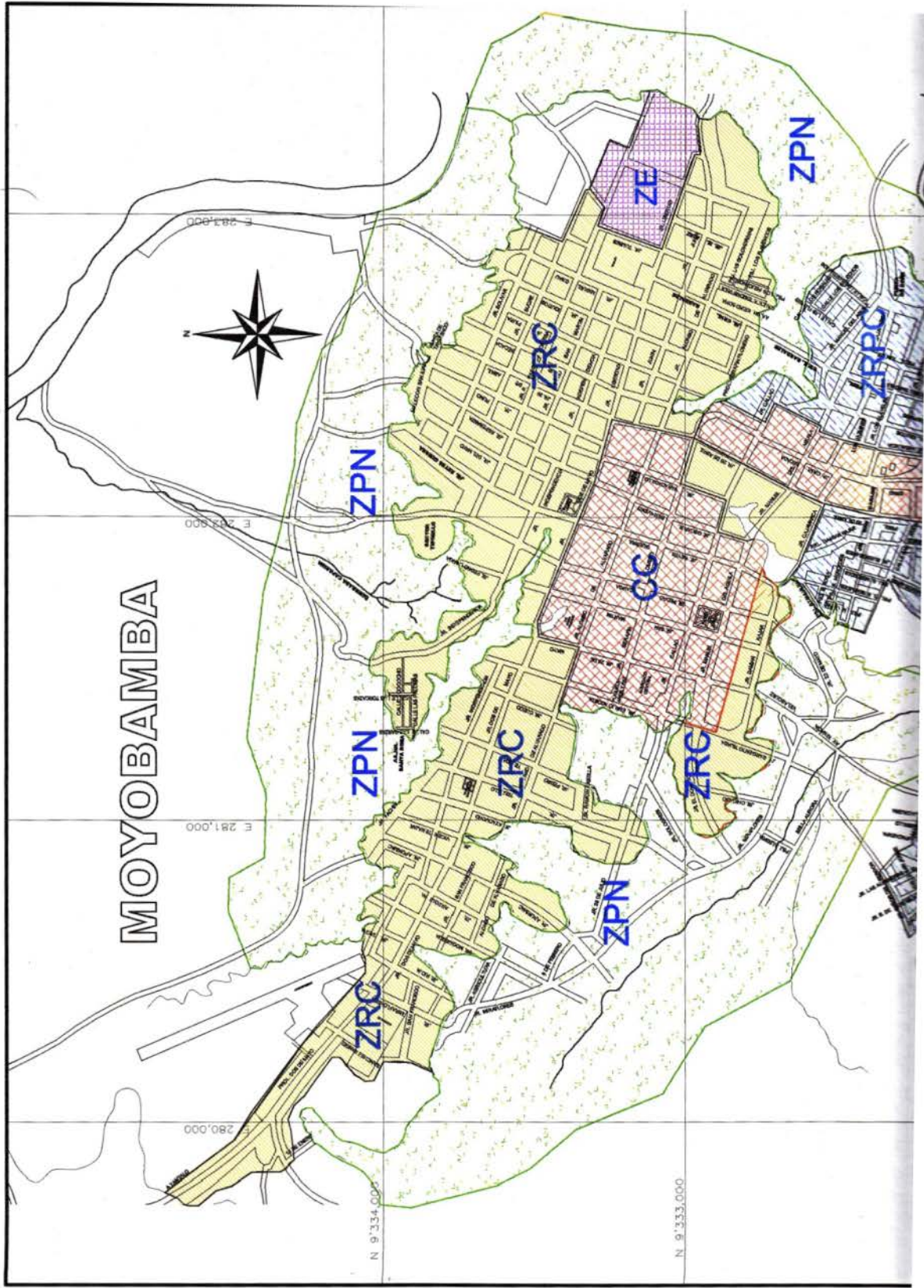
**PLANO N° 04: Propuesta de rutas alternativas de
circulación vehicular en la ciudad de Moyobamba.**







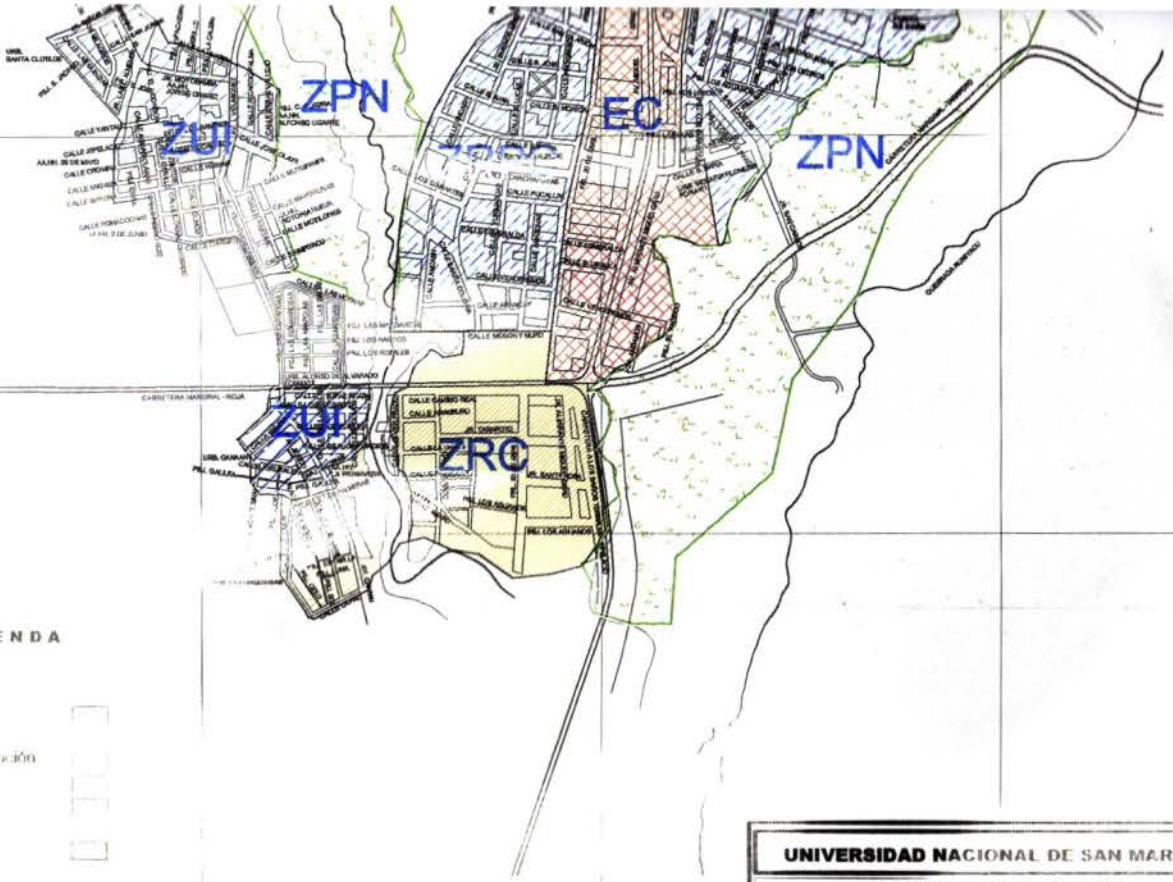
ST. JOHN'S CHURCH
ST. MARY'S CHURCH
ST. MICHAEL'S CHURCH
ST. PETER'S CHURCH
ST. PAUL'S CHURCH
ST. JOSEPH'S CHURCH
ST. ANNE'S CHURCH
ST. MARGARET'S CHURCH
ST. ELIZABETH'S CHURCH
ST. CATHERINE'S CHURCH
ST. AGNES' CHURCH
ST. ANTHONY'S CHURCH
ST. FRANCIS' CHURCH
ST. BENEDICT'S CHURCH
ST. COLUMBINE'S CHURCH
ST. TERESA'S CHURCH
ST. JOSEPH'S CHURCH
ST. MARY'S CHURCH
ST. MICHAEL'S CHURCH
ST. PETER'S CHURCH
ST. PAUL'S CHURCH
ST. JOSEPH'S CHURCH
ST. ANNE'S CHURCH
ST. MARGARET'S CHURCH
ST. ELIZABETH'S CHURCH
ST. CATHERINE'S CHURCH
ST. AGNES' CHURCH
ST. ANTHONY'S CHURCH
ST. FRANCIS' CHURCH
ST. BENEDICT'S CHURCH
ST. COLUMBINE'S CHURCH
ST. TERESA'S CHURCH



N 9'32,000

LEYENDA

- ☐ Vivienda
- ☐ Comercio
- ☐ Industria
- ☐ Transporte
- ☐ Equip. Administración
- ☐ Educación
- ☐ Salud
- ☐ Otros (Etc.)
- ☐ Vacío (Verde)



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

FACULTAD DE ECOLOGIA

DEPARTAMENTO ACADEMICO DE CIENCIAS AMBIENTALES

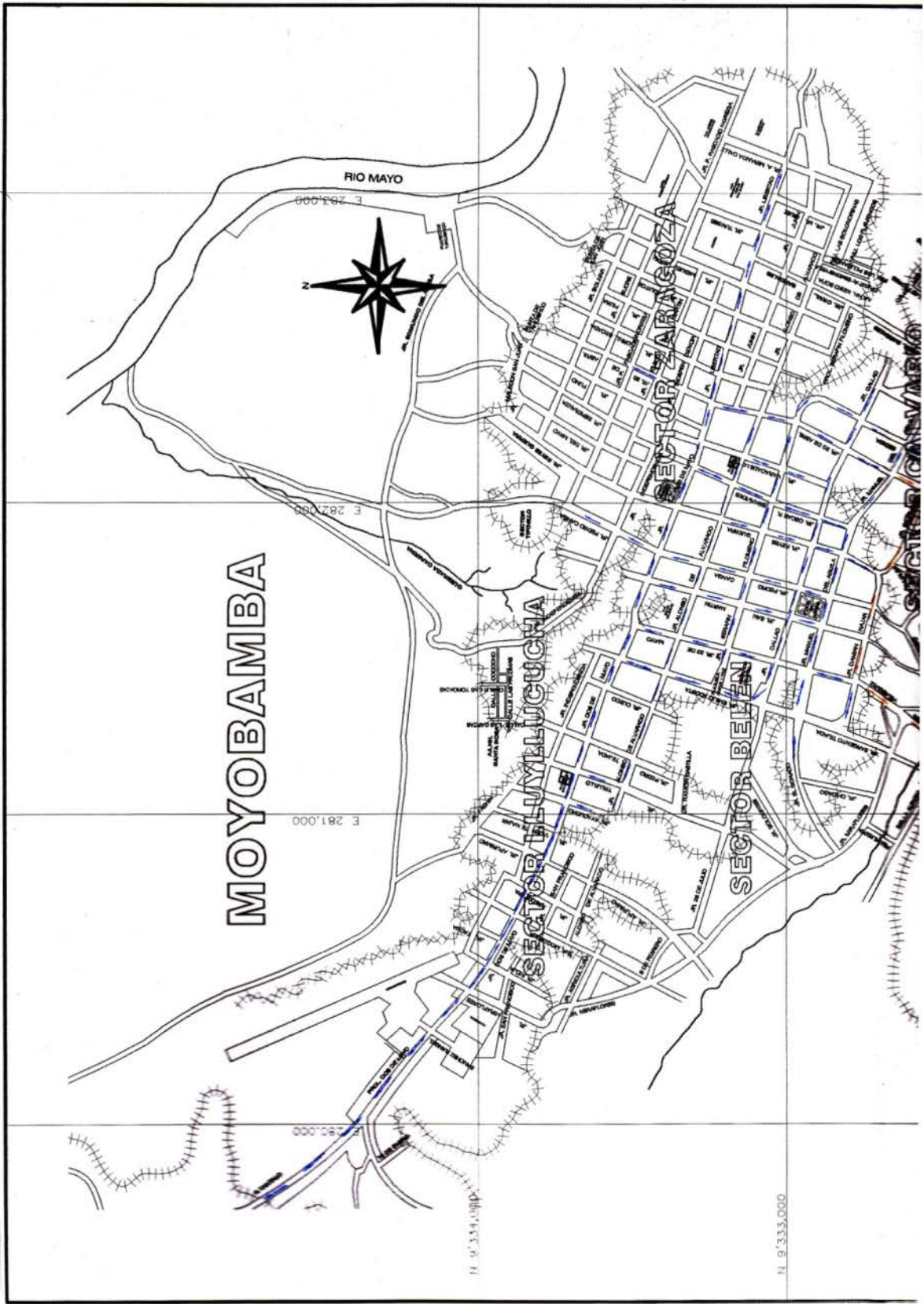
**EVALUACION DE MATERIAL PARTICULADO Y SU IMPACTO
EN LA SALUD DE LA POBLACION DE LA CIUDAD DE MOYOBAMBA
SAN MARTIN 2003 - 2004**

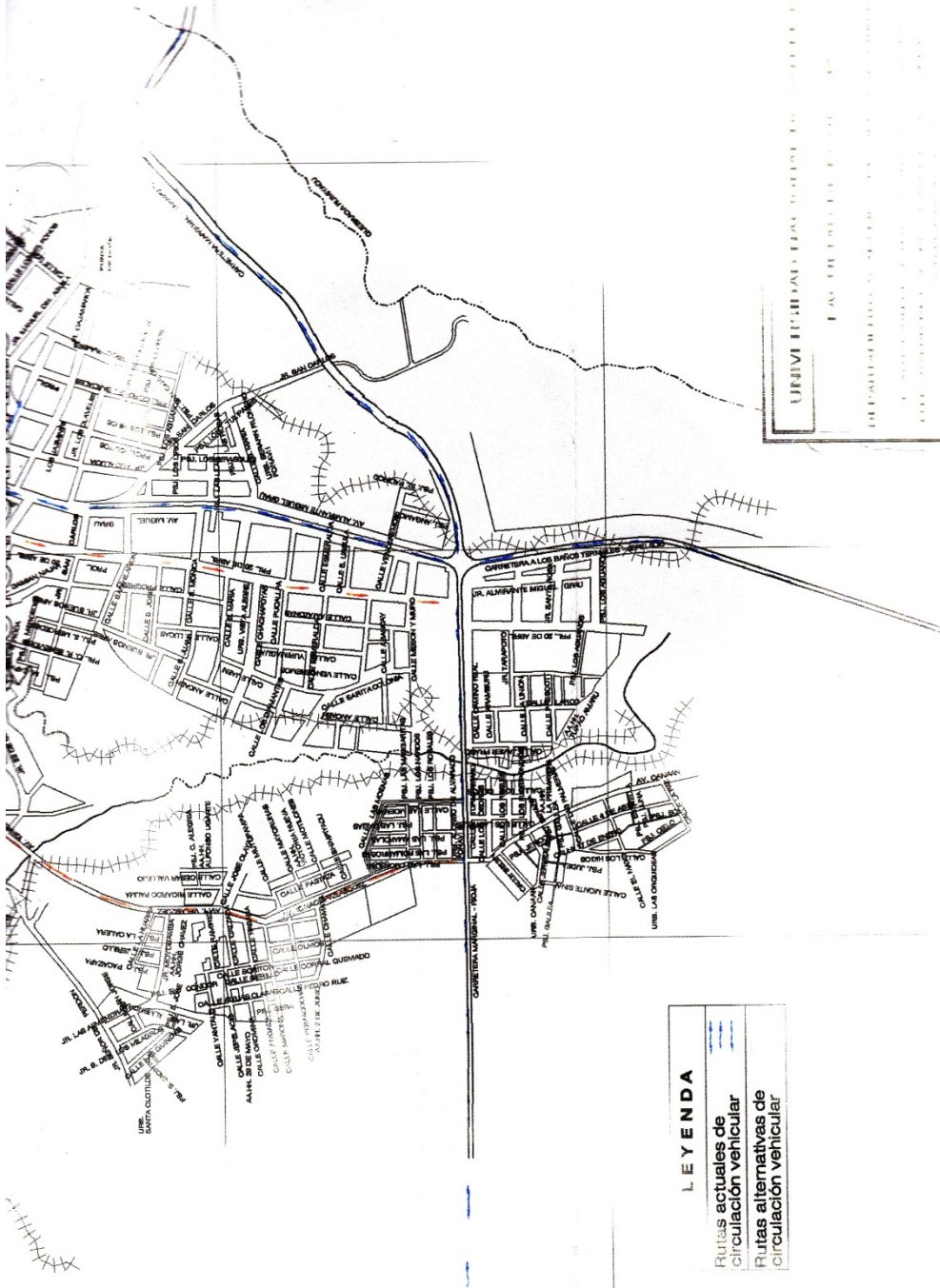
PLAN:
**ESTRUCTURA URBANA DE LA CIUDAD
DE MOYOBAMBA**

DIRECCION: MOYOBAMBA
PROVINCIA: MOYOBAMBA
DISTRITO: SAN MARTIN
FECHA: 2004

FECHA: 2004
FECHA: 2004
FECHA: 2004

03





LEYENDA

Rutas actuales de
circulación vehicular

Rutas alternativas de
circulación vehicular

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES Y ENSEÑANZA DE LA INGENIERÍA

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA DE VEHÍCULOS

PROYECTO DE DISEÑO DE UN SISTEMA DE CIRCULACIÓN VEHICULAR EN LA ZONA CENTRAL DE LA CIUDAD DE MEXICO

ALUMNO: [Nombre del alumno]

FECHA: [Fecha]

04